…enschaftliche Elementarbücher.

Physikalische Geographie

von

A. Geikie,

Professor der Geologie an der Universität Edinburg.

Deutsche Ausgabe

besorgt von

Oscar Schmidt,

Professor an der naturwissenschaftlichen Facultät der Universität Straßburg i/E.

Mit Abbildungen.

Zweite, verbesserte, mit einem Anhang von Fragen und Aufgaben vermehrte Auflage.

Straßburg,
Verlag von Karl J. Trübner.
1878.

Naturwissenschaftliche Elementarbücher

für den ersten Unterricht
in Elementar-, Mittel-, Real- und Töchterschulen,
herausgegeben von T. H. Huxley, H. E. Roscoe
und Balfour Stewart.

Rechtmäßige deutsche Ausgabe.

Chemie von H. E. Roscoe, Professor der Chemie in Manchester. Deutsche Ausgabe besorgt von F. Rose, Professor der Chemie an der Universität Straßburg. Mit Abbildungen. Zweite Auflage, gebunden. . . . 80 Pfg.

Physik von Balfour Stewart, Professor der Physik in Manchester. Deutsche Ausgabe besorgt von E. Warburg, Prof. der Physik an der Universität Freiburg i/B. Mit Abbildungen, gebunden . . . . . . 80 Pfg.

Astronomie von Norman Lockyer. Deutsche Ausgabe besorgt von A. Winnecke, Professor der Astronomie an der Universität Straßburg. Mit Abbild., geb. 80 Pfg.

Physikalische Geographie von A. Geikie, Professor der Geologie an der Universität Edinburg. Deutsche Ausgabe besorgt von Oscar Schmidt, Professor an der Universität Straßburg. Mit Abbildungen, geb. 80 Pfg.

Geologie von A. Geikie, Professor der Geologie an der Universität Edinburg. Deutsche Ausgabe besorgt von Oscar Schmidt, Professor an der Universität Straßburg. Mit Abbildungen, gebunden . . . . 80 Pfg.

Naturwissenschaftliche Elementarbücher.

Deutsche Original-Reihe

herausgegeben von Oscar Schmidt und H. A. de Bary,
Professoren an der Universität Straßburg.

Thierkunde von Oscar Schmidt, Professor der Zoologie an der Universität Straßburg. Mit 45 Abbildungen. 80 Pf.

Naturwissenschaftliche Elementarbücher.

Physikalische Geographie

von

A. Geikie,

Professor der Geologie an der Universität Edinburg.

Deutsche Ausgabe

besorgt von

Oscar Schmidt,

Professor an der naturwissenschaftlichen Facultät der Universität Straßburg i/E.

Mit Abbildungen.

Zweite, verbesserte, mit einem Anhang von Fragen und Aufgaben vermehrte Auflage.

Straßburg,
Verlag von Karl J. Trübner.
1878.

Straßburg, Druck von G. Fischbach. — 801

Vorwort zur deutschen Ausgabe.

Der deutschen Volksschule wird hiermit eine Reihe von Leitfäden zur Einführung in die Naturwissenschaften geboten, welche durch hervorragende Eigenthümlichkeiten sich empfehlen.

Die berühmtesten Gelehrten Englands haben sich zusammengethan, um, jeder in seinem Fache, aber in übereinstimmender Behandlung, die Jugend der Volksschulen zur Beobachtung, zum Nachdenken über die alltäglichen Erscheinungen der Außenwelt anzuleiten und sie mit der Natur, in welcher wir wurzeln, vertraut zu machen. Sie sind, und wir mit ihnen, überzeugt, daß das Beste gerade gut genug für die Volksschule ist, und daß die Anforderungen, welche die Neuzeit auf erweiterte Pflege der Naturwissenschaften erhebt, nicht damit sich erfüllen, daß systematische, schwer zu bewältigende Uebersichten gegeben werden. Dagegen wird die Freude an der Natur und der Drang nach dem Verständniß der Erscheinungen dadurch geweckt und genährt, daß wir, von der nächsten Umgebung und den einfachsten Thatsachen ausgehend, unsere Anschauungen und unsern Gesichtskreis nach Maßgabe des selbst Beobachteten und Verglichenen erweitern.

So gestaltet sich diese Einführung in die Naturwissenschaften zu einer höhern Stufe des Anschauungsunterrichts, zu einer Anleitung zum Denken und Schließen.

Daß es so sein müsse, darüber ist man ja schon längst einig; aber noch nie sind unserer Volksschule so gediegene Hülfsmittel geboten worden, in denen unter der einfachsten und verständlichsten, zugleich das Gemüth erfreuenden Einkleidung die Resultate der Wissenschaft durchblicken.

Straßburg, im September 1876.

Oscar Schmidt,
Professor an der Universität.

Inhalt.

Physikalische Geographie.

Einleitung.

1. — Es ist Sommer. Wir sind auf dem Lande und haben einen Tag bestimmt, an welchem wir einen Ferienausflug unternehmen wollen. Einige von uns wollen wild wachsende Blumen sammeln, andere Steine suchen und noch andere verfolgen gar keinen bestimmten Zweck, sondern freuen sich des freien Tages und der Zufälle und Abenteuer, welche derselbe bringen soll. An dem wichtigen Tage erwachen wir schon bald nach Sonnenaufgang, und unser Entzücken ist groß, da der Himmel klar ist und die Sonne warm scheint. Es ist bestimmt worden, daß wir erst nach dem Frühstück aufbrechen, und bis dahin beschäftigen wir uns mit dem Zurechtmachen der Stöcke, Körbe und anderer Dinge, die wir während des Tages benutzen wollen. Aber die Klarheit des Morgens beginnt sich zu trüben. Die wenigen Wolken, welche wir erst sahen, sind größer geworden und scheinen sich zu einem Sturm zu sammeln. Und richtig, noch ehe das Frühstück vorüber ist, fallen die ersten, verhängnißvoll dicken Tropfen. Wir halten an der Hoffnung fest, daß es nur ein Schauer ist, der bald vorüber sein wird, und fahren nichtsdestoweniger mit unseren Vorbereitungen fort. Der Regen scheint aber nicht aufzu-

hören. Die schweren Tropfen fallen dichter und schneller; in den Vertiefungen des Weges sammelt sich das Wasser zu kleinen Lachen, und an den Fensterscheiben strömt der Regen herab. Mit traurigem Herzen müssen wir jede Hoffnung aufgeben, den Ausflug noch heute zu machen.

2. — Es ist ohne Zweifel sehr ärgerlich, in dieser Weise enttäuscht zu werden, wenn wir gerade auf dem Punkte waren, das versprochene Vergnügen zu genießen. Wir wollen aber sehen, ob uns vielleicht selbst das schlechte Wetter einigen Ersatz geben kann. Am späten Nachmittag klärt sich der Himmel etwas und der Regen hört auf. Wir sind froh, wieder hinaus in's Freie zu können und machen uns alle auf den Weg. Ströme von schmutzigem Wasser laufen noch die Abhänge des Weges herunter. Da wir zum benachbarten Flusse wollen, müssen wir durch nasse Fußpfade und grüne Feldwege, wo noch von jeder Hecke die Nässe tropft, bis wir die Brücke gewinnen und den Fluß unter uns sehen. Was für eine Veränderung dieser eine Regentag hervorgebracht hat! Gestern konnten wir fast die Steine auf dem Grunde zählen, so schmal und klar war der Strom. Heute aber füllt das Wasser das Flußbett von Ufer zu Ufer und fließt schnell dahin. Wir können es von der Brücke aus ganz gut beobachten. Während das Wasser vorbeifließt, sehen wir unzählige Blätter und Zweige auf der Oberfläche. Hie und da kommt ein größerer Ast oder selbst ein Baumstamm herunter geschwommen. Stroh oder Heubündel, Bretter, Theile von hölzernen Zäunen, manchmal eine arme Ente, welche unfähig ist gegen den Strom zu kämpfen, kommen an uns vorüber und zeigen, daß der Strom über sein Bett gestiegen ist und den in seinem Bereich liegenden Gehöften Schaden gebracht hat.

3. — Wir verweilen einige Zeit auf der Brücke und beobachten den unablässig tobenden Sturz des Wassers und die Mannigfaltigkeit der Gegenstände, welche der Strom hinunterträgt. Vielleicht halten wir es schon der Mühe werth unsern Ferientag zu verlieren, um den großartigen Anblick des angeschwollenen Stromes, der mit seiner großen Last von dunklem Wasser so brausend dahinrauscht, zu genießen. Während der Vorgang noch frisch vor unsern Augen ist, wollen wir uns einige ganz einfache, darauf bezügliche Fragen vorlegen; dabei finden wir vielleicht noch mehr Ursache, das Ausfallen des versprochenen Spazierganges nicht zu bedauern.

4. — Erstens, woher kommt diese vermehrte Wassermasse des Flusses? Nun, der Regen brachte sie. Wie fand aber der Regen seinen Weg in diesen breiten Kanal? Warum verläuft sich das Regenwasser nicht auf der Erde, ohne einen Fluß zu bilden?

5. — Die zweite Frage ist, woher kommt der Regen? Am frühen Morgen war der Himmel klar, dann stiegen Wolken auf, dann regnete es; also brachten die Wolken den Regen. Die Wolken müssen aber das Wasser irgend woher haben. Wie kommt es nun, daß die Wolken Regen sammeln und ihn auf die Erde herabfallen lassen?

6. — Drittens, was ist die Ursache, daß der Fluß gerade in einer bestimmten Richtung und nicht in einer andern fließt? Als das Wasser niedrig war und man dasselbe, von Stein zu Stein springend, fast trockenen Fußes überschreiten konnte, war die Strömung zwar schwach aber doch noch ganz gut bemerkbar. Wir sahen, daß das Wasser in seinem Bett immer in derselben Richtung floß. Und jetzt, wo das Flußbett durch diesen brausenden Strom von dunklem Wasser aus-

gefüllt ist, sehen wir, daß die Richtung der Strömung noch dieselbe ist. Können wir erklären, woher dies kommt?

7. — Ferner war gestern das Wasser klar, während es heute getrübt und dunkel ist. Wir wollen ein wenig von diesem schmutzig aussehenden Wasser mit nach Hause nehmen und es die Nacht über in einem Glase stehen lassen. Am nächsten Morgen finden wir, daß es klar ist und daß eine feine Lage von Schlamm sich auf den Boden abgesetzt hat. Es ist also der Schlamm, welcher den angeschwollenen Fluß trübt. Woher kam aber dieser Schlamm? Jedenfalls hängt er mit dem heftigen Regen und dem hohen Wasserstande des Stromes zusammen.

8. — Dieser Fluß mag nun seicht oder angeschwollen sein, so bewegt er sich doch stets nach derselben Richtung, und der Schlamm, den er trägt, wird demselben Ziele, welchem der Fluß zueilt, zugeführt. Während wir auf der Brücke stehen und das schäumende Wasser beobachten, wie es bei uns vorbeirauscht, steigt die Frage in uns auf, was wohl aus dieser unermeßlichen Menge von Wasser und Schlamm wird.

9. — Vergessen wir hiebei nicht, daß unser Fluß nur einer von vielen hunderten ist, welche in unserm Lande strömen, und daß in andern Ländern noch viele tausend Flüsse sind, an denen man dasselbe sehen kann, was wir beobachtet haben. Alle fluthen über, wenn starke Regengüsse kommen, alle fließen abwärts und tragen mehr oder weniger Schlamm mit sich fort.

10. — Auf unserem Heimweg wird es gut sein, die Hauptpunkte unserer heutigen Erfahrungen zusammen zu fassen. Wir haben gesehen, daß der Himmel manchmal klar und blau ist, und die Sonne hell und warm scheint; daß manchmal Wolken über den Himmel ziehen

und, wenn sie sich sammeln, Regen zu kommen pflegt. Wir sehen auch, daß ein Strom fließt, daß er bei heftigem Regen anschwillt und daß er alsdann trübe und schlammig ist. Auf diese Weise haben wir herausgefunden, daß der Himmel über uns und die Erde zu unsern Füßen in engem Zusammenhang stehen. Am Morgen schien es uns von keiner Bedeutung, daß sich am Himmel Wolken sammelten; ehe jedoch der Abend kam, verursachten diese Wolken nach und nach das Anschwellen des Flusses und das Forttreiben von Bäumen, Zäunen und Feldfrüchten. Sie können durch den Regen selbst Brücken zerstören, Felder, Dörfer und Städte überschwemmen und das Leben der Menschen sowie ihr Eigenthum gefährden.

11. — Vielleicht leben wir aber in einer großen Stadt und haben keine Gelegenheit, die eben geschilderten Vorgänge zu sehen. Wir sind in diesem Falle vielleicht der Meinung, daß solche Vorgänge auf dem Lande wenig Interesse für uns haben. Aber selbst in den Straßen einer Stadt können wir viel über Regen und Wasserläufe lernen. Wenn wir den Regen in einer Schüssel auffangen, so ist das Wasser ganz klar; sehen wir es aber in den Gossen fließen, so ist es schmutzig. Es hat den Staub, welchen die Räder und Füße von den Pflastersteinen abgerieben haben, in die Gosse geschwemmt. So wird jede Gosse dem fluthenden Strom ähnlich. Auch können wir beobachten, wie Strohhalme, Holzschnitzel und andere Dinge, welche auf der Straße gelegen haben, mitgeführt werden, genau wie die Baumstämme im Fluß. Also auch in einer Stadt ist es möglich wahrzunehmen, wie die Veränderungen am Himmel zu Veränderungen auf der Erde führen.

12. — Bei einigem Nachdenken werden uns manche Beispiele einfallen, wie gewöhnliche Dinge des alltäglichen Lebens mit einander zusammenhängen. So weit unsere

Erinnerung reicht, sind wir mit Dingen, wie Sonnenschein, Wolken, Wind, Regen, Flüssen, Frost und Schnee vertraut und sie scheinen uns so gewöhnlich, daß wir nie darüber nachdachten. Wir könnten uns z. B. nicht vorstellen, daß sie anders wären, als wie sie sind; sie scheinen in der That so natürlich und so nothwendig, daß wir sogar erstaunt sein würden, wenn man verlangte, daß wir einen Grund dafür angeben sollten. Hätten wir aber unser ganzes Leben in einem Lande zugebracht, wo es niemals regnet, und kämen dann in diese Gegend und sähen einen so heftigen Regen, wie wir ihn heute beobachtet haben, würde er uns nicht sehr merkwürdig vorkommen und würden wir nicht nach seiner Bedeutung fragen? Oder wenn aus einer sehr heißen Gegend ein Knabe dieses Land im Winter besuchte, wo er zum ersten Mal Schnee und fest gefrorene Flüsse sieht, würden wir staunen, wenn er große Verwunderung zeigte? Wenn er uns bäte, ihm zu sagen, was Schnee ist, warum die Erde so fest und die Luft so kalt ist, warum die Ströme nicht mehr fließen, sondern mit einer Eiskruste bedeckt sind — könnten wir diese Fragen beantworten?

13. — Und doch beziehen sich diese Fragen auf nur ganz alltägliche Dinge. Wenn wir darüber nachdenken, finden wir vielleicht, daß die Antworten gar nicht so leicht zu finden sind, wie wir dachten. Wir dürfen nicht glauben, daß eine Sache kein Interesse für uns hat, weil sie gewöhnlich ist. Es ist kein Ding zu gewöhnlich, um unsere Aufmerksamkeit nicht zu verdienen und unsere Mühe nicht zu lohnen.

14. — Im Folgenden wollen wir einige dieser gewöhnlichen Dinge betrachten; der Zweck dieses kleinen Buches ist aber nicht nur, die Gesetze der Natur aufzuzählen und unserem Gedächtniß einzuprägen, sondern vor Allem, uns

anzuleiten, selbst zu beobachten, was in unserer herrlichen Welt vorgeht. Ueberall um uns her ist reichlicher Stoff für diese anziehenden Untersuchungen. Jeder Ausflug, den wir sonst bloß zum Vergnügen unternahmen, wird uns doppelte Freude bereiten, wenn wir dabei Auge und Ohr offen halten, um die Vorgänge am Himmel und auf der Erde zu beobachten. Wir dürfen nicht vergessen, daß es außer den gedruckten Büchern, die wir zu Hause oder in der Schule benutzen, noch das große Buch der Natur gibt, in dem Jeder von uns, ob er nun alt oder jung ist , das ganze Leben hindurch lesen kann, ohne nur einen kleinen Theil dessen, was es uns lehren kann, zu erschöpfen.

15. — In dieses große Buch — Luft, Erde und Meer — wollen wir blicken. Wir wollen nicht zufrieden sein mit der bloßen Bemerkung, daß sich diese und jene Dinge ereignen. Um z. B. zu unserem Fluß zurückzukehren, so dürfen wir keinen Sturm und keine Ueberschwemmung vorübergehen lassen, ohne irgend eine Erklärung dafür zu suchen. Wir müssen uns angewöhnen, Fragen an die Natur zu stellen. Auf diese Art wird selbst die gewöhnlichste Sache neues Interesse für uns gewinnen. Wo wir gehen, werden wir etwas wahrzunehmen haben, und zwar etwas, was die Freude, die uns sonst eine Landschaft bereitet, noch vergrößert. So lernen wir unsere Augen schnell und richtig gebrauchen; diese Gewohnheit der Beobachtung wird für uns von größtem Werth sein, welcher Lebensweg auch vor uns liegt.

16. — Im Folgenden werden wir lernen, welche Art von Fragen wir über einige Haupttheile des Buches der Natur zu stellen haben, besonders über zwei derselben — die Luft und die Erde. Es ist unumgänglich nothwendig, daß wir etwas über die Luft, welche wir athmen und die Erde, auf der wir leben

sowie über ihre Beziehungen zu einander wissen. Unser Spaziergang zeigte uns einige dieser Beziehungen, indem er uns in den Stand setzte, die Zerstörung von Zäunen und Gehöften mit der Wolkenbildung am Himmel zu verbinden. Es bleiben uns noch viele andere Beziehungen aufzufinden. Indem wir diese verfolgen, beschäftigen wir uns wirklich wissenschaftlich, und zwar mit derjenigen Wissenschaft, welche man physikalische Geographie nennt, und welche die Erde mit allen auf ihrer Oberfläche vorgehenden Bewegungen zu beschreiben sucht. Der Gegenstand dieser Wissenschaft ist weder schwer noch uninteressant. Wir brauchen nur aufmerksam die Veränderungen, welche fortwährend in der Natur vor sich gehen, zu beobachten und müssen suchen, die Ursachen dieser Veränderungen sowie ihre Beziehungen zu einander herauszufinden.

Die Gestalt der Erde.

17. — Ehe wir die Vorgänge auf der Oberfläche der Erde beobachten, ist es rathsam, daß wir uns erst eine klare Vorstellung von der Gestalt der ganzen Erde als einer Masse machen und uns den Zusammenhang zwischen der Erde und der Sonne vergegenwärtigen. (Vergleiche Astronomie, Absch. 9—16.)

18. — Wenn wir in der Mitte einer ausgedehnten, flachen Gegend stehen oder auf das weite Meer blicken, so scheint uns die Erde auf der wir leben, eine große Ebene zu sein, deren Rand wir erreichen könnten, wenn wir weit genug gingen. Dies ist der erste Begriff, den wir als Kinder haben, und er war in früheren Zeiten der feste Glaube der Menschheit. Damals glaubte man auch, daß die Sonne und der Mond nur zum Nutzen der Menschen auf und unter

gingen; den Himmel mit all' seinen Sternen hielt man für einen großen kristallenen Dom, welcher sich über der Erde wölbt und auf ihr ruht.

19. — Wir können aber leicht selbst beweisen, daß sich das Auge über die Flachheit der Erde täuscht und daß dasjenige, was uns flach scheint, in Wirklichkeit gewölbt ist. In einer weiten, flachen Gegend, wie in manchen Theilen Norddeutschlands, können wir die Häuser und Bäume nicht weiter als auf eine bis zwei Meilen sehen. Wenn wir auf einen Kirchthurm steigen, so kommen manche Gegenstände zum Vorschein, die man von unten aus nicht sehen konnte. Und wenn vielleicht in der Nähe einige Hügel wären, so würden wir von ihrem Gipfel noch eine größere Anzahl von Punkten bemerken, welche vorher verborgen waren. Je höher wir daher über die Erde steigen, desto weiter können wir sehen.

20. — Versetzen wir uns ferner an den Fuß eines Felsens am Meer, von wo aus wir die Segel eines entfernten Schiffes beobachten. Wenn wir die Spitze des Felsens erklimmen, werden wir nicht nur die Segel sondern auch das ganze Schiff sehen und unser Auge wird sogar noch weiter entfernte Schiffe erkennen, welche längs der Linie, wo Himmel und Meer zusammenstoßen, wie bloße Punkte aussehen und die wir vom Strande aus gar nicht sehen können.

21. — Wir wollen von der Spitze des Felsens diese Schiffe eine Zeit lang beobachten. Einige davon, welche erst so weit entfernt waren, daß man sie kaum sah, werden größer und deutlicher. Erst erscheinen die Spitzen der Maste und Segel, nach und nach die ganzen Segel, bis zuletzt der Rumpf des Schiffes sichtbar wird. Diese Schiffe scheinen

über die Linie, welche wir uns als Rand der Welt dachten, gesegelt zu sein.

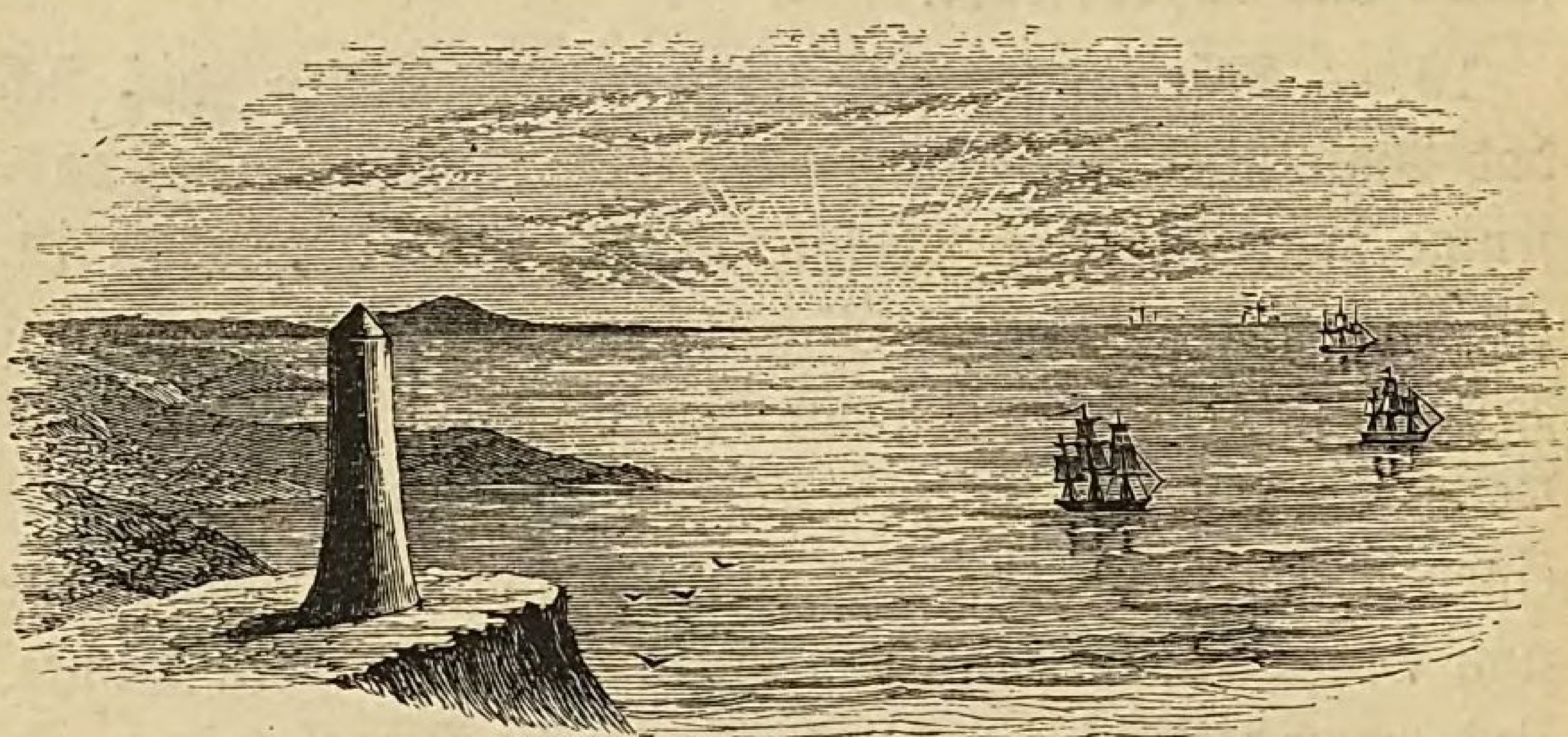


Fig. 1. — Verschwinden eines Schiffes auf dem Meere, in Folge der kugelförmigen Oberfläche der Erde.

22. — Dagegen segeln einige Schiffe, welche uns erst ganz nahe waren, nach und nach denselben entfernten Theilen zu. Erst taucht der Rumpf weiter in das Meer, dann sinken die Segel langsam, bis zuletzt jede Spur des Schiffes verschwunden ist.

23. — Mit der Beobachtung dieser Thatsachen haben wir Beweise dafür gesammelt, daß die Welt, die wir bewohnen, nicht eine flache Ebene ist, sondern eine gewölbte Oberfläche hat oder mit andern Worten eine Kugel ist.

Unsere Augen in dieser Weise zu gebrauchen und die Bedeutung dessen, was wir sehen, zu erforschen, ist für jeden von uns eine nutzbringende und wichtige Aufgabe; wir betreiben damit die sogenannte beobachtende Wissenschaft.

Indem wir beobachten, wie uns die Schiffe beim Kommen und Gehen erscheinen, beobachten wir Thatsachen. Wenn

wir diese Thatsachen zusammenstellen, ihren Zusammenhang und ihre Bedeutung untersuchen und finden, daß sie die Kugelform der Erde beweisen, so ziehen wir eine Folgerung oder einen Schluß daraus. Diese Verbindung von Beobachtung und Folgerung bildet die Wissenschaft.

24. — Wir können also beobachten und beweisen, daß die alte, natürlich scheinende Ansicht über die Flachheit der Erde ganz unrichtig ist; und daß die Erde und das Meer, so flach sie uns auch erscheinen, doch nur Theile einer großen Rundung sind. Wenn wir von der Nordsee ausführen und immer in derselben Richtung segelten, so kämen wir schließlich doch wieder nach der Nordsee zurück; wir segelten um die Welt und bewiesen, daß sie in der That eine Kugel ist. Man hat dies oft ausgeführt. Viele Reisen um die Welt sind gemacht worden, und anstatt an ihren Rand zu kommen, fanden die Reisenden, oder „Weltumsegler", wie man sie nennt, daß Land und Meer immer dieselbe gewölbte Oberfläche zeigen, wie wir sie zu Hause beobachten können.

25. — Obgleich es uns beim Anblick des weiten Meeres einleuchtet, daß die Oberfläche der Erde ein Theil einer Rundung ist, so scheint es uns doch schwer, dasselbe zu glauben in einer unebenen Landschaft, wo hohe Berge und tiefe Thäler abwechseln. Die Erde ist aber so groß, daß selbst die höchsten Berge im Verhältniß nur kleine Erhöhungen auf der Oberfläche sind. Wir können nur bei ganz gleichmäßiger Oberfläche, wie auf dem Meere oder auf einer großen Ebene, mit dem Auge über die wahre Gestalt der Erde urtheilen. Aber selbst in der unebensten Gegend ist die Rundung da, obgleich wir sie nicht bemerken.

26. — Die Rundung ist aber sehr sanft. Wir können die Schiffe auf dem Meere meilenweit sehen, ehe sie unserm

Auge entschwinden. Die sanfte Biegung beweist, daß der Kreis, den sie bildet, sehr groß sein muß.

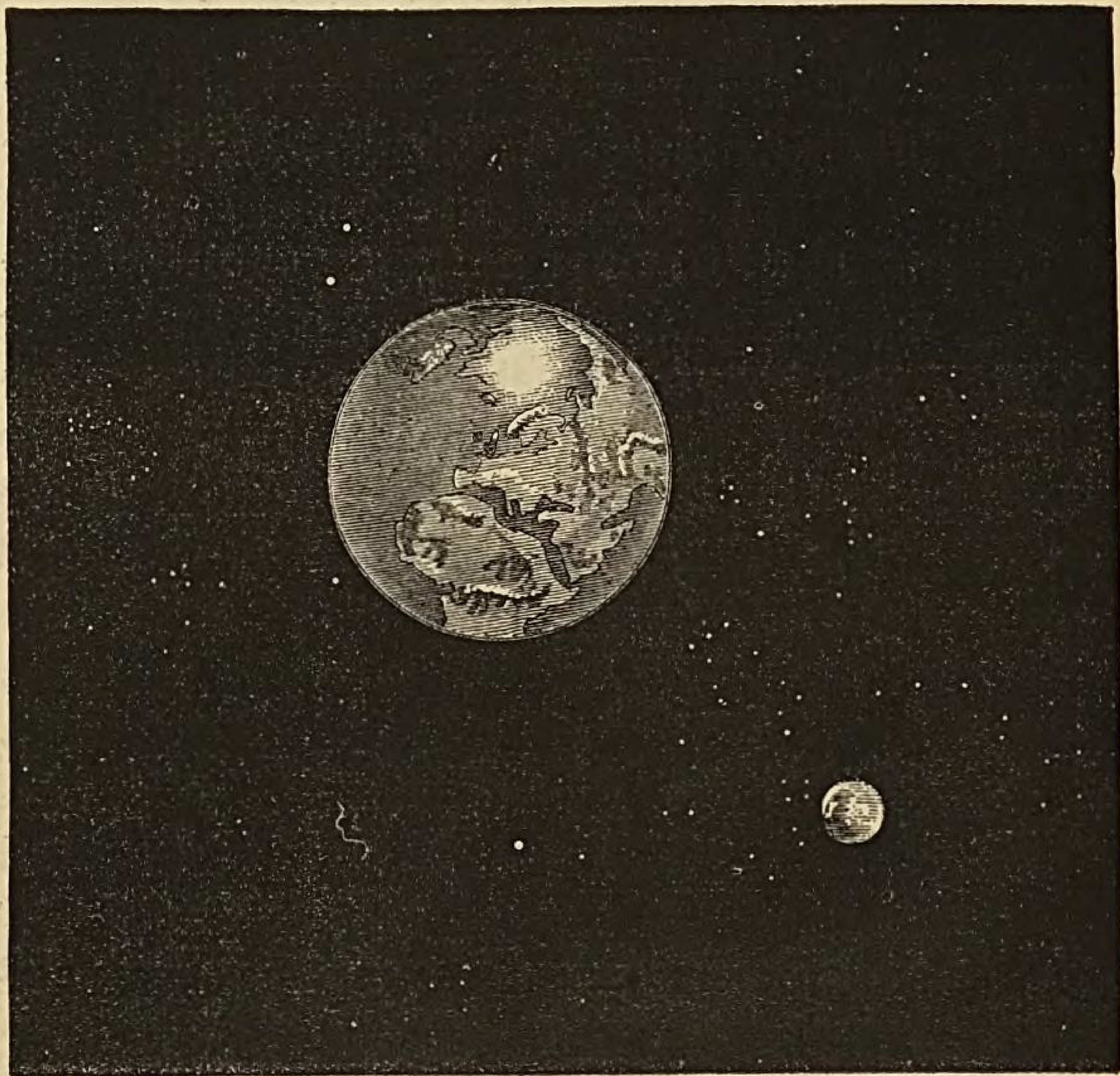


Fig. 2. — Wie die Erde und der Mond, von der Sonne aus gesehen, erscheinen würden.

Der Kreis ist von Astronomen gemessen und so groß gefunden worden, daß wenn ein Eisenbahnzug, der sieben deutsche Meilen in der Stunde macht, ohne Aufenthalt um die Erde führe, derselbe mehr als einen Monat zur Ausführung der Rundreise bedürfte.

Tag und Nacht.

27. — So weit unsere Erinnerung zurückreicht, sehen wir Tag für Tag die Sonne über den Himmel wandern, und jede Nacht, wenn die Luft klar ist, den Mond und die Sterne langsam über uns hinziehen. Nichts ist uns vertrauter als daß die Sonne morgen wieder erscheint und sich Jahr für Jahr so bewegt, wie sie es immer that. Wir haben den Eindruck, daß eine langsame, regelmäßige und unablässige Bewegung um die Erde herum vorzugehen scheint. Haben wir je überlegt, was der Grund dieser Bewegung sein kann?

28. — Wenn die Sonne scheint, so ist es warm; verdunkeln Wolken den Himmel, dann ist die Luft kühler, und während der Nacht, wo die Sonne gar nicht scheint, empfinden wir ein Gefühl von Kälte. Am Tage ist der Himmel hell, wenn aber die Sonne im Westen versinkt, beginnt die Dunkelheit. Hieraus ersehen wir, daß wir in Bezug auf Licht und Wärme von der Sonne abhängen. Es ist klar, daß wir die Vorgänge auf der Erde nicht eher ordentlich verstehen können, als bis wir über die Beziehungen der Erde zur Sonne unterrichtet sind.

29. — Unser erster Eindruck war vielleicht derselbe, den die Menschen vor langer Zeit allgemein hatten. Sie glaubten, daß die Erde der feststehende Mittelpunkt des Weltalls sei, um den sich Sonne, Mond und Sterne unablässig drehen. Bis auf den heutigen Tag sprechen wir von den Himmelskörpern immer, daß sie *aufgehen* und *untergehen*, als ob wir immer noch glaubten, daß sie eine Reise um die Erde ausführten.

30. — Anstatt aber der Mittelpunkt des Weltalls zu sein, ist die Erde nur einer der vielen Himmelskörper,

welche sich unaufhörlich um die Sonne drehen. Die Sonne ist die große, centrale, heiße Masse, welche die Erde erwärmt und erleuchtet und um welche die Erde fortwährend kreist.

31. — Die Aufeinanderfolge von Tag und Nacht kommt anscheinend von den Bewegungen der Sonne her, sie wird aber durch die Drehung der Erde selbst bewirkt. (Astronomie, Absch. 32—50.) Wir können dies leicht erläutern, indem wir einen Kreisel in möglichst schnelle Bewegung setzen. Anfangs scheint er bewegungslos auf einer Stelle zu stehen, er bewegt sich aber mit großer Schnelligkeit. Denken wir uns eine Linie, welche von der unteren Spitze gerade durch nach oben geht. Jeder Theil des Kreises dreht sich um diese Centrallinie, die man Drehungsachse nennt. In derselben Weise dreht sich auch die Erde schnell um ihre Achse

32. — Dann wollen wir eine gewöhnliche Schul-Erdkugel nehmen und ein brennendes Licht einige Fuß davon in derselben Höhe mit dem Messingkreis stellen. Wir können den Globus um seine Achse drehen. Ob er nun still steht oder sich schnell dreht, so ist doch immer die dem Licht zugewendete Seite beleuchtet, während die andere dunkel ist. Wenn die Kugel ruht, so bleiben die auf der einen Seite liegenden Länder im Licht und die andern im Schatten. Durch die Drehung werden alle Stellen nacheinander in das Licht und den Schatten gebracht. Während das Licht stehen bleibt, bringt die Drehung des Globus jedem Theil seiner Oberfläche entweder Licht oder Dunkelheit.

33. — An Stelle des kleinen Schulglobus denken wir uns nun die Erde und an Stelle des schwachen Lichtes die große Sonne; dann wird uns klar, wie die Drehung der Erde um ihre Achse jedem Lande entweder Licht oder Dunkelheit bringen muß.

34. — Wir dürfen nicht glauben, daß wirklich eine Stange durch die Erde geht, welche die Achse bildet, um die sie sich dreht. Die Achse ist nur eine eingebildete Linie, und die zwei Punkte, wo die Enden der Stange herauskämen, wenn die Achse ein sichtbarer Gegenstand wäre, nennt man den Nordpol und den Südpol. Sie werden durch die zwei kleinen Punkte bezeichnet, mit denen der Schulglobus in seinem Gestelle befestigt ist.

35. — Um diese Achse dreht sich die Erde alle vierundzwanzig Stunden ein Mal. Während der ganzen Zeit scheint die Sonne beständig am Himmel. Aber nur diejenigen Theile der Erde, welche ihr gerade zugewendet sind, genießen ihr Licht. So muß es immer eine helle und eine dunkle Seite geben, gerade so, wie der Globus eine helle und eine dunkle Seite hatte, je nachdem das Licht ihm gegenüber stand. Hierbei können wir leicht sehen, daß wenn die Erde bewegungslos wäre, die Hälfte der Oberfläche nie das Licht sehen würde, während die andere Hälfte nie dunkel wäre. Da sie sich aber dreht, wird jeder Theil abwechselnd beleuchtet und beschattet. Wenn wir im Sonnenlicht sind, so haben wir Tag; sind wir auf der dunkeln Seite, so haben wir Nacht.

36. — Die anscheinende Bewegung der Sonne ist von Osten nach Westen. Die wirkliche Bewegung der Erde ist natürlich gerade entgegengesetzt, also von Westen nach Osten. Am Morgen werden wir in das Sonnenlicht, welches im Osten erscheint, gebracht. Allmählig scheint die Sonne den Himmel zu ersteigen, bis wir am Mittag ihr gerade gegenüberstehen; dann sinkt sie nach und nach im Westen, weil uns die Erde in ihrer fortwährenden Bewegung wieder der Dunkelheit zuführt. Selbst in der Nacht können wir die Bewegung der Erde beobachten, indem wir sehen, wie die Sterne

nach und nach aufgehen, bis ihr schwaches Licht bei der wiederkehrenden Helle des folgenden Tages verschwindet.

37. — Während die Erde sich um ihre Achse dreht, kreist sie auch um die Sonne. Diese Bewegung nennt man den Kreislauf der Erde in ihrer Bahn. Um ganz die Sonne zu umkreisen, hat die Erde eine so weite Bahn zu durchlaufen, daß sie dreihundert fünfundsechzig Tage zu der Reise braucht, obwohl sie in der Sekunde durchschnittlich vier Meilen zurücklegt. (Astronomie, Absch. 51—64.)

38. — Durch die Bewegung der Umdrehung wird die Zeit in Tage und Nächte, durch die des Kreislaufs in Jahre eingetheilt. Auf diese Weise ist die Erde unser großer Zeitordner.

Die Luft.

I. Aus was die Luft besteht.

39. — Sobald wir anfangen, die Welt um uns her aufmerksam zu betrachten, so ist die Luft eines der ersten Dinge, welches uns zu denken gibt. Obgleich wir sie nicht sehen, ist sie doch überall, wohin wir auch gehen mögen. Manchmal fühlen wir sie als ein leises Lüftchen, dann wieder braust sie im heftigen Sturm. Was ist diese Luft?

40. — Obwohl unsichtbar, ist sie doch ein wirklicher Körper. Wenn wir unsern Arm schnell auf und abschwingen, so fühlen wir, daß die Luft der Hand Widerstand bietet. Die Luft ist etwas, was wir zwar fühlen, aber nicht sehen können. Wir athmen sie jeden Augenblick. Wir können uns nicht aus ihr entfernen, denn sie umgibt die Erde vollständig. Dieser äußeren Hülle von Luft hat man den Namen Atmosphäre gegeben.

41. — Aus unserem Elementarbuch der Chemie haben wir gelernt (Abschnitt 9), daß die Luft nicht ein ein-

facher Stoff, sondern eine Mischung aus zwei unsichtbaren Gasen, Stickstoff und Sauerstoff genannt, ist. Aber außer diesen Hauptbestandtheilen enthält sie noch kleine Mengen anderer Massen, von denen einige sichtbar, andere unsichtbar sind. Wenn wir die Fensterladen eines Zimmers schließen und das Sonnenlicht nur durch einzelne Ritze oder ein kleines Loch in das Zimmer strömen lassen, so sehen wir einige der sichtbaren Theilchen der Luft. Hunderte von kleinen Pünktchen oder Staubatomen kreuzen den Lichtstrahl, welcher sie im vollen Tageslicht erscheinen läßt, während die Umgebung ganz dunkel ist. Die unsichtbaren Theile der Luft sind aber von der größten Wichtigkeit; und unter denselben sind zwei, die wir hauptsächlich beachten müssen, der Wasserdampf und das Kohlensäuregas.

42. — Was ist dieser Wasserdampf? Wir können diese Frage beantworten, wenn wir einen Topf mit kochendem Wasser beobachten. Aus ihm steigen weiße Wolken in die Luft. Sie sind in fortwährender Bewegung; die äußeren Theile verschwinden auf die eine oder andere Weise, doch werden sie sogleich durch neue Wolken aus dem Topfe ersetzt. Das Wasser hat sich in dem Topfe unterdessen verringert, bis zuletzt, wenn wir ihn nicht wieder füllen, das Ganze verkocht und der Topf ganz trocken ist. Was ist aus dem Wasser geworden? Wir haben es in Dampf verwandelt. Es ist nicht auf irgendwelche Weise zerstört worden, sondern nur aus einem Zustand in einen andern, aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand übergegangen und befindet sich jetzt aufgelöst in der Luft.

43. — Die Luft enthält immer mehr oder weniger Wasserdämpfe, obgleich wir sie nicht sehen, so lange sie in der Form von Dampf bleiben. Der Dampf gibt Anlaß zu

Wolken, Nebel, Regen und Schnee. Würde er aus der Luft entfernt, so würde Alles auf der Erde vertrocknen und das Leben unmöglich sein. Wenn wir mehr von den Veränderungen, welche Tag für Tag um uns vorgehen, wissen, so werden wir sehen, daß dieser Wasserdampf bei allen Vorgängen in der Natur eine Hauptrolle spielt.

44. — Kohlensäuregas ist auch einer der unsichtbaren Bestandtheile der Atmosphäre, und zwar ein sehr wichtiger, obgleich nicht mehr als vier Theile in je zehntausend Lufttheilen enthalten sind. Wir werden verstehen, wie wichtig dieses Gas ist, wenn wir erfahren, daß alle Pflanzen, die wir auf der Erde wachsen sehen, ihren Hauptnahrungsstoff aus der Kohlensäure ziehen. (Chemie, Abschnitt 11.) Wenn eine Pflanze abstirbt und verfault, so wird die Kohlensäure wieder der Luft zugeführt. Auf der anderen Seite werden viele Pflanzen von den Thieren gefressen und gehen theilweise in deren Körper über. Im Athmen geben die Thiere Kohlensäure von sich, und wenn sie sterben und ihre Körper vermodern, so wird derselbe Stoff der Luft wiedergegeben. Die Kohlensäure der Luft ist also zum Wachsthum der Pflanzen und Thiere nöthig und sie wird zurückgegeben, wenn diese lebenden Wesen aufhören zu leben. Es findet ein fortwährender Austausch dieses Stoffes zwischen der Luft und dem Thier- und Pflanzenreich statt. (Chemie, Absch. 13.)

II. Die Wärme und Kälte der Luft.

45. — Obgleich wir die Luft nicht sehen können, fühlen wir sie doch, wenn sie sich bewegt. Ein leiser Wind oder ein heftiger Sturm ist ebensowenig sichtbar wie ruhige Luft und doch fühlen wir ihre Bewegung. Dennoch kann sich selbst die ruhige Luft bemerkbar machen durch ihre **Temperatur**. (Physik, Abschnitt 51.) Denn auch die Luft kann gleich

gewöhnlichen sichtbaren Körpern erwärmt und abgekühlt werden.

46. — Dies Erwärmen und Abkühlen der Luft wird durch gewisse Vorgänge in einem Wohnhause ganz gut erklärt. Wenn wir an einem windstillen Wintertage aus der warmen Stube in die frische Luft gehen, so haben wir ein Gefühl von Kälte. Woher kommt dies Gefühl? Die Luft, welche uns von allen Seiten umgibt, ist kalt und entzieht uns unsere Wärme, indem gleichzeitig unsere Haut Wärme in die Luft ausstrahlt. (Physik, Abschnitt 67.) Wenn wir andererseits, nachdem wir einige Zeit in der kalten Winterluft gestanden haben, in die Stube zurückkehren, so haben wir das Gefühl von angenehmer Wärme. Hier stammt wieder das Gefühl nicht von einem sichtbaren Gegenstande, sondern von der unsichtbaren Luft, welche jeden Theil unserer Haut berührt und uns so ihre Wärme mittheilt.

47. — Die Luft kann also manchmal warm und manchmal kalt sein und bleibt dennoch gänzlich unsichtbar. Vermittelst des Thermometers (Physik, Abschnitt 51), können wir selbst geringe Wechsel in der Temperatur, welche die empfindlichste Haut nicht unterscheiden könnte, genau messen.

48. — Wie kommt es aber, daß die Atmosphäre manchmal warm und manchmal kalt ist? Woher kommt die Hitze und wie nimmt die Luft sie auf?

49. — Wir wollen wieder zu dem früheren Beispiel, dem Hause zurückkehren. Im Winter, wenn draußen die Luft kalt und frostig ist, ist es im Hause warm und behaglich, weil Feuer brennen. Das Verbrennen von Holz und Kohlen erzeugt Hitze, und diese Hitze erwärmt die Luft. Es wird also durch das Ausstrahlen der Hitze von brennenden Gegenständen die Luft unseres Hauses wärmer gemacht, als die Luft draußen.

50. — Nun wird die Luft draußen ebenfalls durch die Ausstrahlung eines heißen Körpers erwärmt. Im Sommer ist diese Luft manchmal weit wärmer, als es gewöhnlich im Winter in Wohnhäusern ist. Diese Wärme kommt von der Sonne, welche eine ungeheuer heiße Masse ist, die ihre Hitze fortwährend nach allen Richtungen hin ausstrahlt.

51. — Wenn aber die Sonne fortwährend ihre Hitze auf die Erde strahlen läßt, warum ist denn die Luft zuweilen kalt? Sobald wir einen Ofenschirm zwischen uns und ein brennendes Feuer stellen, so fühlen wir gleich, daß ein Theil der Hitze abgeschnitten wird. Wenn die Sonne scheint, wollen wir unsere Hand für einige Zeit ihren Strahlen aussetzen und dann ein Buch zwischen die Hand und die Sonne halten. Erst wurde unsere Hand erwärmt; sobald wir sie aber beschatteten, kühlte sie sich wieder ab. Das Buch hat die Hitze abgeschnitten, welche direkt von der Sonne auf unsere Hand kam. Fühlen wir, daß die Atmosphäre kalt ist, so muß etwas in den Weg gekommen sein, was die Sonnenstrahlen abhält, uns unmittelbar zu erreichen.

52. — Wolken schneiden die direkte Wärme der Sonne ab. Schon oft haben wir den Temperaturwechsel bemerkt, wenn die Sonne einige Zeit geschienen hat, und eine Wolke zwischen sie und die Erde tritt. Sogleich tritt ein Gefühl der Abkühlung ein, welches bald verschwindet, nachdem die Wolke weitergezogen ist, und die Sonne wieder scheint.

63. — Die Luft verbraucht selbst einen Theil der Sonnenwärme, und je größer die Dicke der Luftschicht ist, durch welche die Wärme ihren Weg machen muß, desto mehr Wärme wird verbraucht.

Je schräger die Wärmestrahlen fallen, desto schwächer werden sie. Zu Mittag z. B. steht die Sonne hoch am Himmel. Ihre Strahlen (wie bei B auf Abb. 3) fallen dann fast

senkrecht und haben also die geringste Dicke der Luftschicht zu durchschneiden, ehe sie uns erreichen. Wenn sie am Nachmittag sinkt, so fallen ihre Strahlen immer schräger und müssen ihren Weg durch eine immer dicker werdende Luftschicht zu-

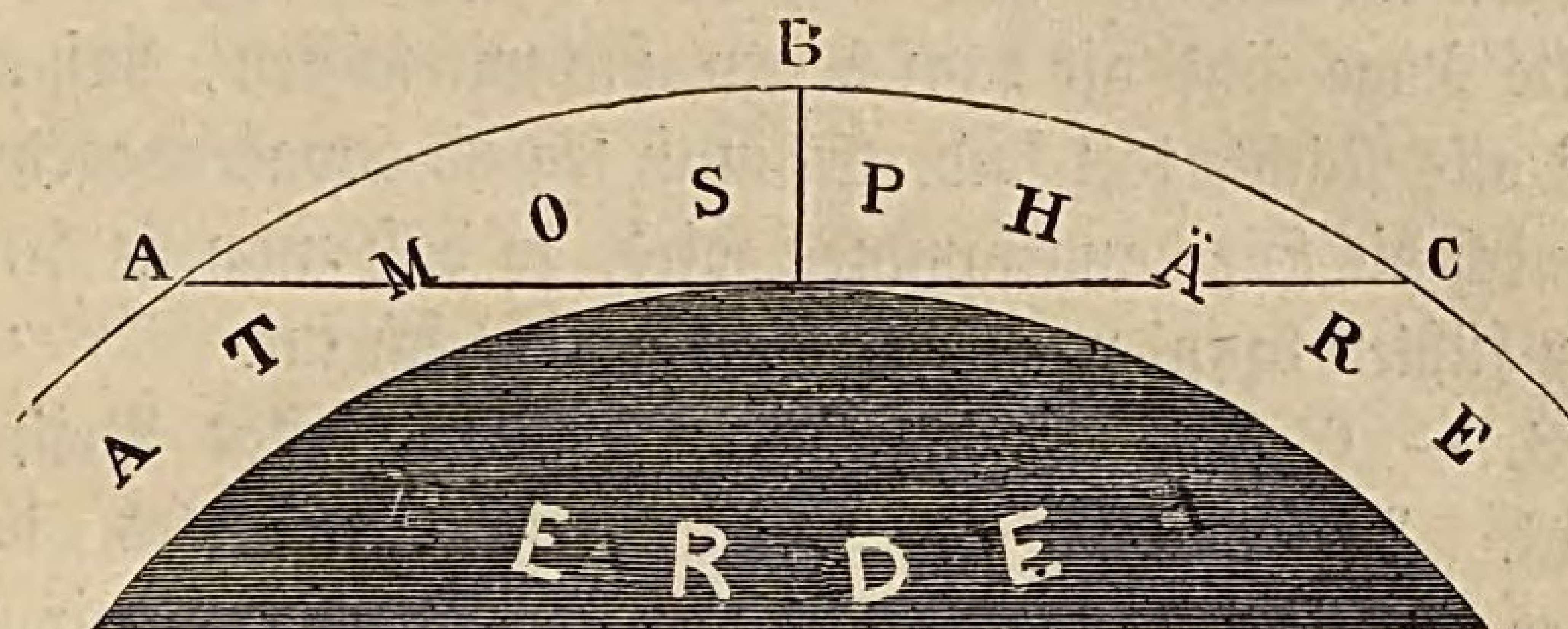


Fig. 3. — Darstellung des Einflusses der verschiedenen Dicke der Atmosphäre auf die Verminderung der Sonnenwärme. A Richtung der Sonnenstrahlen am Morgen. B zu Mittage. C Abends.

rücklegen (wie bei C auf Abb. 3). Daher ist es zu Mittag viel wärmer, als am Morgen oder Abend.

54. — In der Nacht, wenn die Sonne nicht mehr scheint, wärmt ihre Hitze den im Schatten liegenden Theil nicht. Dieser Theil empfängt nicht nur keine Hitze, sondern strahlt seine Wärme noch in die kalte Luft aus (siehe Absch. 59). Die Nacht ist also viel kälter, wie der Tag.

55. — Im Sommer scheint die Sonne am Mittag viel höher am Himmel oder viel gerader auf uns herab. Ihre Hitze kommt weniger schräg und hat eine geringere Dicke der Luft zu durchschneiden, daher fühlen wir sie mehr als im Winter, wo, wie wir wissen, die Sonne in unserm Welttheil selbst zu Mittag nicht hoch steigt.

56. — Hieraus folgt, daß wir unsern ganzen Bedarf an Wärme von der Sonne bekommen, und daß Alles, was zwischen uns und die Sonne tritt, diese Wärme unterbricht und uns ein Gefühl von Kälte verursacht.

57. — Wenn wir hinsichtlich der Wärme nur auf die directe Hitze der Sonne angewiesen wären, so könnte es nur warm sein, wenn die Sonne schiene. Ein umwölkter Tag müßte dann sehr kalt sein und jede Nacht so durchdringend kalt, wie im Winter. Und doch ist dies nicht der Fall. Umwölkte Tage sind oft ganz warm und wir wissen, daß gar nicht alle Nächte kalt sind. Es muß irgend etwas vorgehen, wodurch die Hitze angesammelt wird, so daß man sie selbst dann fühlen kann, wenn die Sonne nicht scheint.

58. — Gehen wir wieder auf unser erstes Beispiel zurück. Wenn wir den Rücken eines Stuhles dem Feuer gegenüberstellen, so wird er bald so heiß, daß wir ihn kaum berühren können. Stellen wir ihn an einen entfernten Platz des Zimmers, so kühlt er bald ab. Ein Theil der Hitze des Feuers ist also vom Holz aufgenommen und wieder abgegeben worden.

59. — In derselben Weise wird im Sommer der Boden warm, an manchen Stellen wird er sogar zu Zeiten so heiß, daß wir kaum die Hand darauf halten können. In den heißen Ländern ist dies in noch höherem Maße als in Deutschland der Fall. Erde und Steine nehmen die Hitze leicht auf, d. h. sie werden schnell erwärmt und erkalten auch bald wieder. Wenn sie durch die Sonne erwärmt worden sind, wird die Luft durch die Berührung mit ihnen warm, und sie hält die Wärme länger als jene; so daß selbst, wenn in der Nacht die Erde und die Steine kalt geworden sind, die Luft über uns noch nicht so kühl ist. Auf der andern Seite kühlt die Oberfläche der Erde, wenn sie kalt ist, die sie nahe umgebende Luft. Die Erde läßt die Wärme leicht entströmen, und so strömt während der Nacht eine große Menge Wärme von der Erde in den kalten, sternenhellen Raum. Noch viel mehr Hitze würde aus diesem Grunde verloren gehen, wenn

nicht die vielen Wasserdämpfe der Atmosphäre (Absch. 43) Theile davon aufnähmen und so als eine Art von Schirm die Ausstrahlung aufhielte. Dies ist der Grund, warum in einem heißen Klima, wo die Luft sehr trocken ist — d. h. wenig Wasserdampf enthält — die Nächte verhältnißmäßig kälter sind, als in andern Ländern, wo die Luft feucht ist. In derselben Weise halten die Wolken die Wärme zurück, und darum sind bewölkte Nächte nicht so kalt wie klare und sternenhelle.

60. — Die Atmosphäre wird also erwärmt oder abgekühlt, je nachdem sie über einem warmen oder kalten Theile der Erdoberfläche liegt; mit Hilfe ihrer Wasserdämpfe ermöglicht sie es, diese Wärme zu bewahren und zu vertheilen und verhindert so die scharfen Gegensätze des Klimas, welche sonst vorkämen.

III. Was geschieht, wenn die Luft erwärmt oder abgekühlt wird. — Wind.

61. — Die Luft, welche einen heißen Gegenstand umgibt, wird erwärmt; die Luft, welche einen kalten Gegenstand berührt, kühlt sich ab. Und von solchen Temperaturunterschieden der Luft hängt die Entstehung der Winde ab.

62. — Heiße oder warme Luft ist leichter als kalte. Wir wissen, daß die Wärme die Körper ausdehnt. (Physik, Abschnitt 49.) Diese Ausdehnung der Luft oder die Trennung der einzelnen Theilchen von einander macht sie weniger dicht oder schwer als kalte Luft, deren Theilchen näher zusammen liegen. Als Folge dieses Unterschiedes der Dichtheit steigt die warme Luft, während die kalte sinkt. Wir können dies leicht durch einen Versuch beweisen. Wir wollen das Ende eines Schürhakens im Feuer glühend machen und es dann einige Zoll hoch über leichte, kleine Papierschnitzel halten. Die Papierstückchen werden

gleich in die Höhe fliegen. Dies geschieht, weil die durch den Schürhaken erwärmte Luft sogleich steigt und ihr Platz von kälterer Luft eingenommen wird, welche, wenn sie warm wird, ebenfalls steigt. Diese aufsteigenden Luftströme werden schwächer, wenn das Eisen abkühlt, bis sie, wenn es dieselbe Temperatur, wie die es umgebende Luft hat, ganz aufhören.

63. — Dies ist das Gesetz, nach welchem unsere Herde eingerichtet werden. Das Feuer wird nicht dicht auf dem Herde angebrannt, sonst bekäme es nicht genug Zug von unten und würde erlöschen. Es wird auf irgend eine Art über den Boden gelegt und ein Kamin darüber angebracht. Sobald das Feuer angebrannt ist, wird die es umgebende Luft warm und beginnt zu steigen, die Luft aus der Küche wird herangezogen, um den Platz der aufsteigenden einzunehmen. Alle Luft, welche über den brennenden Kohlen liegt, wird wärmer und leichter; sie entweicht daher durch den Schornstein und trägt den Rauch und die Gase mit fort. Es ist klar, daß obgleich ein hell brennendes Feuer im Winter einen angenehmen Anblick bietet, wir doch nicht alle Hitze bekommen, welche es ausströmt. Im Gegentheil, ein großer Theil der Hitze entgeht durch den Schornstein und erwärmt die äußere Luft, sowie die Mauern des Schornsteins.

64. — Was im Kleinen in unserm Hause vorgeht, geschieht in viel größerem Maße in der Natur. Wie schon erwähnt wurde (Absch. 50), ist die Sonne die große Quelle von Hitze, welche unsere Erde erwärmt und erleuchtet. Während die Sonnenhitze durch die Luft dringt, erwärmt sie die letztere nur wenig. Die Hitze geht durch die Luft und erwärmt die Oberfläche der Erde. Wir wissen, daß im Sommer die directen Sonnenstrahlen heiß genug sind, um unser Gesicht zu verbrennen, und wenn wir nur ein dünnes Blatt Papier über unsern Kopf halten, welches genügt, um die

Strahlen abzuhalten, so weicht das Gefühl der brennenden Hitze sogleich, obschon uns fortwährend dieselbe Luft umspielt.

65. — Land und Wasser werden beide durch die Sonnenstrahlen erwärmt und dann geht dieselbe Bewegung in der Luft vor, die wir bei unsern Herden beobachteten. Die Luftschicht zunächst der erwärmten Erde wird selbst erwärmt. Da sie dadurch leichter wird, steigt sie, und ihr Platz wird durch kältere Luft eingenommen, welche aus der Nachbarschaft herbeiströmt um den Platz zu besetzen. Dieses Herbeiströmen der Luft ist Wind.

66. — Es ist für uns hie und da leicht, zu beobachten, wie sich der Wind erhebt. Wir wollen uns z. B. vorstellen, daß wir während des Sommers einige Zeit am Meeresstrande zubrächten. Am Morgen oder in den ersten Stunden des Tages werden wir oft einen leichten Wind bemerken, welcher vom Lande nach dem Meere zu weht. Wenn der Tag vorrückt und die Hitze zunimmt, verschwindet dieser Wind. Nach längerer Zeit aber, wenn sich der Tag dem Abend zuneigt, können wir einen andern Wind fühlen, der von der entgegengesetzten Seite kömmt und mit herrlicher Kühle vom Meere nach dem Lande streicht. Diese Winde sind die Wirkungen der ungleichen Erhitzung und Abkühlung des Meeres und des Landes.

67. — Machen wir uns diesen Vorgang klar. An einem heißen Tage finden wir, daß Steine, Erde oder andere Theile des Bodens unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen sehr heiß werden; wenn wir zu derselben Zeit im Meere baden, fühlen wir, daß das Wasser trotzdem angenehm kühl ist. Dies zeigt, daß das Land schneller heiß wird, als das Wasser. Nach einem so heißen Tage finden wir, daß in der Nacht die Oberfläche des Landes kälter wird, als

das Meer, weil es die Hitze schneller entströmen läßt, als das Wasser. Am Tage erwärmt das heiße Land die darüber liegende Luft und macht sie leichter, so daß sie steigt; während die kältere und schwerere Luft, welche auf dem Meere lagert, als ein kühler, erfrischender Seewind landwärts strömt. Während der Nacht ist es gerade entgegengesetzt, denn dann ist die Luft, welche auf dem kalten Lande liegt, kälter und schwerer, wie die, welche das wärmere Meer bedeckt und weht als kühler Landwind über das Meer.

68. — Wir wollen nun einen Schulglobus nehmen und einige der Linien, welche darauf gezogen sind, betrachten. In der Mitte zwischen den beiden Polen werden wir eine Linie bemerken, welche um den vorspringendsten Theil des Globus läuft. Diese Linie nennt man den Gleicher oder Aequator. Sie theilt den Globus in zwei Hälften oder Hemisphären. Ueber die Theile der Erde, welche diese Linie berührt und noch über einen Gürtel auf jeder Seite scheint die Sonne das ganze Jahr sehr heiß. Die Luft wird fortwährend bis auf einen hohen Grad erhitzt und strömt in die Höhe. Aber sobald die heiße Luft längs dieser Strecke in die höheren Schichten der Atmosphäre steigt, kommen von Norden und Süden die kühleren Lüfte, um ihren Platz einzunehmen. Dieses fortwährende Strömen der Luft im Bereiche des Aequators ist unter dem Namen Passatwind bekannt. Die Passatwinde sind so beständig und regelmäßig, daß ihre Richtung allen Seefahrern genau bekannt ist.

69. — Eine andere Hauptursache der Bewegungen in der Atmosphäre, seien es nun leise Lüfte oder wüthende Stürme, ist der häufige Wechsel in der Menge des Wasserdampfes, welcher in der Luft anwesend ist. Da dieser Dampf leichter ist als die Luft, so ist eine Mischung von Dampf

und Luft leichter als dieselbe Menge reiner Luft; je mehr Wasserdampf also die Luft aufnimmt, um so weniger dicht muß die Mischung werden. Wenn daher eine große Menge Dampf irgend einem Theil der Erdoberfläche entweicht, so steigt die damit sich verbindende Luft sofort in die Höhe, während von allen Seiten Luft, welche weniger Dampf enthält, herbeiströmt. Wenn diese Bewegung sehr schnell vor sich geht, so entstehen Stürme.

IV. Der Dampf in der Luft. Verdunstung und Verdichtung.

70. — Einer der wichtigsten Theile der Luft, der Wasserdampf, wurde schon in Absch. 41 erwähnt. Untersuchen wir zuerst, auf welchem Wege er in die Luft und aus ihr heraus kommt. Auch in diesem Falle werden wir finden, daß oft große wissenschaftliche Fragen ganz leicht durch die gewöhnlichsten Dinge beantwortet werden können.

71. — Man sollte annehmen, daß in einem warmen Zimmer, wo den ganzen Tag ein Feuer brennt, und in dem sich mehrere Personen aufgehalten haben, die Luft ziemlich trocken wäre. Wenn wir aber ein Glas voll eiskalten Wassers in die Stube bringen und aufpassen, was geschieht, so sehen wir, daß sich die Außenseite des Glases sogleich mit einer feinen Nebelschicht bedeckt. Nach einiger Zeit bilden sich aus dieser Schicht winzige Wassertropfen, welche wachsen, bis sich vielleicht zuletzt einige vereinigen und an der Seite des Glases herunterlaufen.

72. — Auch haben wir schon bemerkt, daß an sehr kalten Abenden an den Fenstern eines Wohnzimmers oder von überfüllten öffentlichen Räumen das Wasser im Innern herunter strömt.

73. — Woher kommt nun in diesen Fällen die Feuchtigkeit? Gewiß nicht aus dem Glas. Sie stammt von den

in der Luft befindlichen Wasserdämpfen. Das Wort Dampf wird oft gebraucht, derartige sichtbare Nebel und Dünste zu bezeichnen. Aber diese sichtbaren Formen von Feuchtigkeit sind nicht in dem Sinne Dampf, in welchem man den Ausdruck in der Wissenschaft anwendet. Der Wasserdampf der Luft ist immer unsichtbar, selbst wenn die Luft damit gesättigt ist, und nur wenn er in den Zustand von Wasser zurückkehrt, sehen wir etwas.

74. — Wenn der in der Luft aufgelöste unsichtbare Dampf sichtbar wird, wie im Nebel, Thau, Regen oder in Wolken, so ist er verdichtet und man nennt diesen Vorgang Verdichtung.

75. — Die Masse von Dampf, welche die Luft enthalten kann, wechselt je nach der Temperatur; warme Luft enthält mehr, als kalte. Dies können wir auf einfache Weise zeigen. Wenn wir athmen, so hauchen wir bei jedem Athemzug eine Menge Wasserdampf aus; ist die Luft warm, so vermischt sich dieser Wasserdampf, sobald er unserm Munde entströmt ist, mit der äußeren Luft und bleibt in derselben aufgelöst. Wenn wir aber den Dampf abkühlen, sobald wir ihn ausathmen, so wird er gleich in sichtbare Feuchtigkeit verwandelt. Wir wollen z. B. einen Spiegel oder einen andern kalten Gegenstand nehmen und darauf hauchen; der Dampf von unsern Lungen zeigt sich auf dem Glase gleich als ein feines Nebelhäutchen, weil die Luft dicht an der kalten Fläche ebenfalls kalt ist und nicht genug Dampf aufnehmen kann; ein Theil desselben verdichtet sich in Folge dessen. Während des Winters brauchen wir keinen Spiegel um den Dampf des Athems sichtbar zu machen, denn die uns umgebende kalte Luft verdichtet denselben, sobald er aus unserm Munde kommt, und bildet feinen Nebel oder die Wölkchen, welche bei jedem Athemzug, den wir aushauchen, erscheinen.

76. — Sobald die Luft kälter ist, vermindert sich ihre Fähigkeit, Dämpfe aufzunehmen. Wenn sie kälter wird, als die Temperatur, bei welcher sie im Stande ist, ihren Bedarf an aufgelösten Dämpfen zu behalten, so wird der überflüssige Dampf verdichtet und wird sichtbar. Die Temperatur, bei welcher dies vorgeht, ist der Sättigungspunkt oder der Thaupunkt (siehe Absch. 85).

77. — Vielleicht fragt man, wie es kommt, daß der Dampf überall in der Atmosphäre ist, und woher er stammt. Wenn wir eine Schüssel voll Wasser in's Freie setzen, so bemerken wir nach ein oder zwei Tagen, daß das Wasser merklich abgenommen hat. Die Luft hat einen Theil des Wassers aufgesaugt und wird das ganze Wasser aufsaugen, wenn wir es lange genug stehen lassen. Was mit einer so geringen Wassermenge geschieht, geht bei jeder großen Wasserfläche der Erde, jedem Bach, Fluß und See, selbst bei dem großen Meere vor. Das Wasser geht fortwährend in Dampf über, der von der Luft aufgenommen und behalten wird. Diesen Vorgang nennt man Verdampfung, und das in Dampf übergegangene Wasser verdampft.

78. — Da die warme Luft mehr Dampf halten kann, als kalte, so muß die Verdampfung im Sonnenschein größer sein als bei Nacht, und im Sommer bedeutender als im Winter. Schon oft haben wir einen großen Unterschied in der Art gefunden, in welcher nasse Wege trocknen. Wenn die Sonne warm darauf scheint, so genügen wenige Stunden um alle Feuchtigkeit zu entfernen und jene wieder fest zu machen. Ist aber das Wetter kalt und düster, so bleiben die Wege oft einige Tage naß und feucht. In dem einen Falle nimmt die warme Luft gierig das Wasser auf den Wegen in sich auf, während im andern die kalte Luft den Dampf nur in kleinen Mengen aufnimmt.

79. — An einem trockenen Tage geht die Verdampfung sehr schnell vor sich, weil die Luft noch nicht so viel Dampf aufgenommen hat, als sie aufgelöst enthalten kann. An einem feuchten Tage, wo die Luft schon so viel Dampf enthält, als sie bei dieser Temperatur aufnehmen kann, ist die Verdampfung ganz schwach oder hört vollständig auf. Diese wechselnde Fähigkeit der Luft im Aufnehmen des Dampfes ist der Grund, warum die Wäscherinnen solchen Unterschied beim Trocknen ihrer Wäsche an verschiedenen Tagen finden. An manchen Tagen saugt die Luft geschäftig überall den Dampf auf, und dann trocknet die Wäsche schnell. Dies ist besonders der Fall, wenn der Himmel klar ist und der Wind bläst, weil dann jeden Augenblick eine neue Menge Luft mit der Wäsche in Berührung kommt, etwas Dampf aufnimmt und weiter eilt, um frischer durstiger Luft Platz zu machen. An andern Tagen kann die Luft kaum noch mehr Dampf aufnehmen, und dann ist die Wäsche Abends noch fast so naß, als wie sie am Morgen aufgehangen wurde.

80. — Wenn Wasser verdunstet, so nimmt der Dampf etwas von der Wärme des Wassers mit fort. Wir wollen einen Tropfen Wasser auf den Rücken unserer Hand thun und ihn verdampfen lassen; dabei haben wir ein Gefühl der Kälte, denn im Verdampfen entzieht der Dampf unserer Haut etwas Wärme. Diese ausgesogene Wärme geht bei der Verdichtung des Dampfes in die Luft über.

81. — Wir sehen also, daß die Luft unsichtbaren Wasserdampf enthält, welcher trotz seiner geringen Menge im Vergleich mit der Masse des Stickstoffes und Sauerstoffes, dennoch vom größten Einfluß auf die Atmosphäre ist. Auch wissen wir, daß dieser Dampf von jeder Wasserfläche auf der ganzen Erde durch Verdunstung aufsteigt und durch die Verdichtung wieder in die flüssige Form gebracht wird.

V. Thau, Nebel, Wolken.

82. — Nach Sonnenuntergang, wenn der Himmel klar ist, wird, wie wir wissen, das Gras vom Thau naß. Am Morgen können wir Nebel über Wäldern, Strömen und Bergen hängen sehen, welche nach und nach hinwegschmelzen, wenn die Sonne am Himmel steigt. Zu allen Zeiten des Jahres können wir beobachten, wie sich Wolken bilden und wieder auflösen, wie sie von Neuem entstehen und indem sie die Luft durchwandern, immer ihre Größe und Form verändern. Dies Alles sind Beispiele für die Verdichtung des Dampfes. Sehen wir, wie dieselbe vor sich geht.

83. — Verdichtung entsteht, wie wir gesehen haben (Absch. 76), aus einer Abkühlung der Luft. Wenn sich Dampf verdichtet, nimmt er nicht gleich die Form von laufendem Wasser an. Das kalte Glas, welches in das warme Zimmer gebracht wurde, war erst mit einem feinen Nebelhäutchen bedeckt und dann kamen allmählig die Wassertropfen. In Wirklichkeit besteht der Nebel aus ganz winzigen Wassertheilchen, und erst das Zusammenlaufen derselben bildet die größeren Tropfen. So ist es in großem Maße in der Natur; wenn Verdichtung vor sich geht, erscheint der Dampf zuerst als feiner Nebel. Dies ist immer die Folge einer Abkühlung, so daß wir, wenn wir Nebel oder Wolken entstehen sehen, immer darauf schließen können, daß die Luft, in der sie liegen, sich abgekühlt hat.

Thau.

84. — Mit diesem Namen bezeichnet man die Feuchtigkeit, welche wir Abends oder in der Nacht auf Gras, Blättern, Steinen, ja selbst manchmal auf unserm Haar erscheinen sehen. Des Morgens haben wir schon oft die Thautropfen

bemerkt, welche auf den Grashalmen und den Sommerfäden glitzern. Diese Feuchtigkeit kommt aber nicht aus den Blättern oder Steinen, noch aus unserm Haar. Sie kommt durch Verdichtung aus der Luft, genau so, wie wir auf dem kalten Glase, welches in die warme, feuchte Luft eines Zimmers gebracht wurde, das Nebelhäutchen entstehen sahen. Das Nebelhäutchen war eigentlich Thau, denn aller Thau entsteht auf dieselbe Weise und aus denselben Ursachen.

85. — In der Nacht, wenn der Himmel klar ist, strahlt die Erde sehr viel Wärme aus; d. h. sie gibt dem kalten Luftraum einen großen Theil der Wärme, welche sie während des Tages von der Sonne empfangen hat (Absch. 59). Ihre Oberfläche wird in Folge dessen kalt, wie wir nach Einbruch der Nacht an Steinen und Blättern fühlen können. Die dem kalten Boden zunächst liegende Luft wird unter ihren Verdichtungspunkt abgekühlt und der Ueberfluß an Dampf wird als Thau auf Gräser, Blätter, Zweige, Steine und andere Gegenstände abgelagert. Die Temperatur, bei welcher diese Verdichtung zu entstehen beginnt, nennt man den Thaupunkt (Absch. 76).

Nebel und Dunst.

86. — Eine andere Art von Dampf-Verdichtung kann man an gewissen Vorgängen in den Bergen beobachten. Wenn ein warmer feuchter Wind auf eine kalte Bergspitze bläst, so wird die Luft abgekühlt und ihre Dämpfe werden in der Form von Nebel oder Wolken sichtbar. Wir können oft sehen, daß die Wolke ganz vereinzelt ist und ihre Gestalt sich sogar der des Bodens anpaßt, als ob eine Art von wolliger Kappe über den Gipfel des Berges gezogen wäre. Dies ist besonders am Morgen oft bemerkbar. Wenn der Tag vorrückt, so kühlt der durch die

Sonne erwärmte Boden die Luft nicht mehr ab, und der Nebel wird nach und nach von der Atmosphäre wieder eingesogen. Aber allmälig, wenn beim Einbruch der Nacht der Boden durch die Ausstrahlung wieder erkaltet und genug Dampf in der Luft ist, wird sich der Nebel von Neuem bilden und der Berg seine Kappe wieder aufsetzen.

87. — Kalte Luft verdichtet den Dampf der warmen Luft ebenso wohl, wie kalter Boden. An den Ufern eines Flusses können wir oft Beispiele für diese Art der Verdichtung sehen. Der Boden an beiden Ufern trennt sich nach Sonnenuntergang schneller von seiner Wärme, als der Fluß selbst, und kühlt folglich die über ihm lagernde Luft schneller als die Luft über dem Flusse gekühlt wird. Wenn also diese kältere Luft von jeder Seite kommt, um den Platz der wärmeren, feuchten Luft einzunehmen, welche auf dem Wasser liegt und sich von dem Fluß erhebt, so erfolgt Verdichtung in der Form von Flußnebeln, welche gewöhnlich des Nachts und am frühen Morgen über den Strömen lagern.

Wolken.

88. — Die bedeutendste Verdichtung geht aber nicht auf der Erde, sondern in der Luft vor sich. Keine alltägliche Erscheinung ist uns bekannter, als die Wolken, welche die Folge dieser Verdichtung sind. Eine Wolke ist nur Nebel, welcher durch die Abkühlung von warmer, feuchter Luft entstanden ist, sobald die letztere ihre Wärme aus irgend einer Ursache verliert, etwa durch Ausdehnung während des Aufsteigens oder durch die Berührung mit kälteren Luftströmen. Wenn wir den Himmel beobachten, so können wir oft Wolken entstehen sehen. Erst erscheint ein kleines, weißes Flöckchen. Allmälig wird es größer, andere Wölkchen steigen

auf und vereinigen sich, bis zuletzt der ganze Himmel mit schweren Wolken bedeckt ist, und es zu regnen beginnt. Aller Dampf, welcher in dieser Weise in der Luft verdichtet wurde, ist durch die Verdunstung des Wassers auf der Erdoberfläche entstanden. Er erhebt sich mit der warmen Luft, welche beim Aufsteigen ihre Wärme verliert. Wenn sie in Berührung mit kälteren Luftschichten kommt, so kann sie nicht mehr allen Dampf fest halten und muß sich des Ueberflusses entledigen, welcher sich zu Wolken verdichtet.

89. — An einem Sommermorgen ist der Himmel oft ganz frei von Wolken. Wenn der Tag vorrückt und die Erde erwärmt wird, entsteht mehr Dampf; dieser Dampf wird durch die aufsteigenden Luftströme in die Höhe getragen und, wenn er die höheren und kälteren Schichten der Atmosphäre erreicht, durch den Einfluß der Kälte zu weißen, flockigen Wolken verdichtet, welche wir gegen Mittag und am Nachmittag entstehen sehen. Gegen Abend, wenn die Verdunstung nachläßt, wachsen die Wolken nicht mehr, sondern werden allmälig kleiner, bis schließlich in der Nacht der Himmel ganz klar ist. Sie sind wieder aufgelöst worden, während sie sanken und in der Nähe der Erde mit der warmen Luft in Berührung kamen. Ferner haben wir schon oft bemerkt, daß sich die Wolken am Himmel fortbewegen. Sie werden durch höhere Luftströme weitergetrieben, und je stärker diese Ströme sind, desto schneller wandern natürlich die Wolken. Auf diese Weise ist der Himmel manchmal vollständig mit Wolken bedeckt, die von weit her gekommen sind. Indem wir dieses Kommen und Gehen beobachten, sehen wir, wie der Zustand des Dampfes in der Atmosphäre fortwährend wechselt. Manchmal wird er zu Wolken verdichtet, dann wieder verflüchtigt er und wird durch die wechselnden Luftströme unsichtbar gemacht.

VI. Woher Regen und Schnee kommen.

90. — Wir haben den Dampf verfolgt, welchen die Sonnenwärme von den Flüssen, Seen und den Meeren der Erde aufsteigen läßt, und haben gefunden, daß er wieder in die sichtbare Form der Wolken verdichtet wird. Die Wolken bleiben aber nicht fortwährend in der Luft hängen. Manchmal verschwinden sie wieder, indem sie in unsichtbare Dämpfe aufgelöst werden. Oft verschwinden sie auch auf andere Weise. Sie lassen ihre Feuchtigkeit durch die Luft auf die Erde fallen, und dies ist die Entstehung von Regen und Schnee.

91. — Regen. — Wir wissen aus Erfahrung, daß der Regen immer aus den Wolken am Himmel kommt. Ist klarer Himmel über uns, so fällt kein Regen; nur wenn er bewölkt ist, regnet es. Wir können beobachten, wie sich eine dunkle Regenwolke zusammenballt und einen heftigen Schauer über die Erde ergießt. Von dem Beispiel des kalten Glases, welches in ein warmes Zimmer gebracht wurde, erinnern wir uns, daß das sich auf demselben bildende Nebelhäutchen sich allmälig zu Tropfen vereinigte, welche an der kalten Fläche hinunterliefen. Der Nebel am Glase und die Wolke am Himmel bestehen beide aus winzigen Wassertheilchen, welche durch Luft getrennt sind. Durch das Zusammenlaufen dieser Theilchen entstehen Tropfen. Im einen Falle laufen die Tropfen am kalten Glase herunter, im andern fallen sie als Regentropfen durch die Luft. Regen ist also nur eine weitere Stufe von Verdichtung des Wasserdampfes in der Atmosphäre. Die winzigen Theilchen der Wolke sammeln beim Fortschreiten der Verdichtung mehr Feuchtigkeit um sich, bis sie zuletzt Wassertropfen bilden, welche zu schwer sind, um noch länger in der Luft zu hängen. Diese fallen dann als Regentropfen zur Erde.

92. — Schnee. — Die Feuchtigkeit der Wolken gelangt aber noch in einer anderen wichtigen Form auf die Erde. Wenn das Wetter kalt genug ist, so fallen nicht Regentropfen, sondern Schneeflocken auf die Erde.

93. — Sobald wir Schnee in die Stube bringen, zerschmilzt er zu Wasser. Wenn wir dies Wasser längere Zeit stehen lassen, so verdunstet es. Schnee, Wasser und Wasserdampf sind also nur verschiedene Formen desselben Stoffes. Das Wasser kann in drei Zuständen auftreten, in dem gasartigen, dem flüssigen und dem festen. Schnee ist ein Beispiel für die feste Form.

94. — In einer frostigen Nacht bedecken sich Wasserlachen mit einer harten, durchsichtigen Kruste, welche Eis genannt wird. Wir können diese Kruste in Stücke zerbrechen. Wenn aber die Kälte anhält, wird bald eine neue entstehen, welche Stücke der alten mit einschließt. Je größer die Kälte ist, desto dicker wird die Eiskruste, bis vielleicht das ganze Wasser der Lache fest geworden ist. Wenn wir ein Stück dieser festen Masse in die Hand nehmen, so finden wir, daß sie kalt, zerbrechlich und durchsichtig ist. In einem warmen Zimmer zerschmilzt sie zu Wasser, und wir können das Wasser wie früher verdampfen lassen. Mit dem Namen Eis bezeichnen wir Wasser, welches in festem Zustande ist, denn Schnee und Hagel sind nur verschiedene Formen, welche das Eis annimmt. Wenn das Wasser kälter als eine bestimmte Temperatur wird, so geht es in Eis über oder gefriert; diese Temperatur nennt man den Gefrierpunkt. (Physik, Abschnitt 51.)

95. — Man sollte glauben, daß das Eis nur eine formlose Masse wäre. Wir wollen aber einige Schneeflocken auffangen und, damit sie nicht schmelzen, sie im Freien prüfen. Wenn sie in einer Masse zusammenliegen, so haben sie ein

weißes, undurchsichtiges Aussehen, sie sind aber in Wirklichkeit so durchsichtig, wie Wasser; sie erscheinen nur weiß durch die Art, in welcher sich das Licht über die vielen glitzernden Punkte verbreitet. Um uns hiervon zu überzeu-

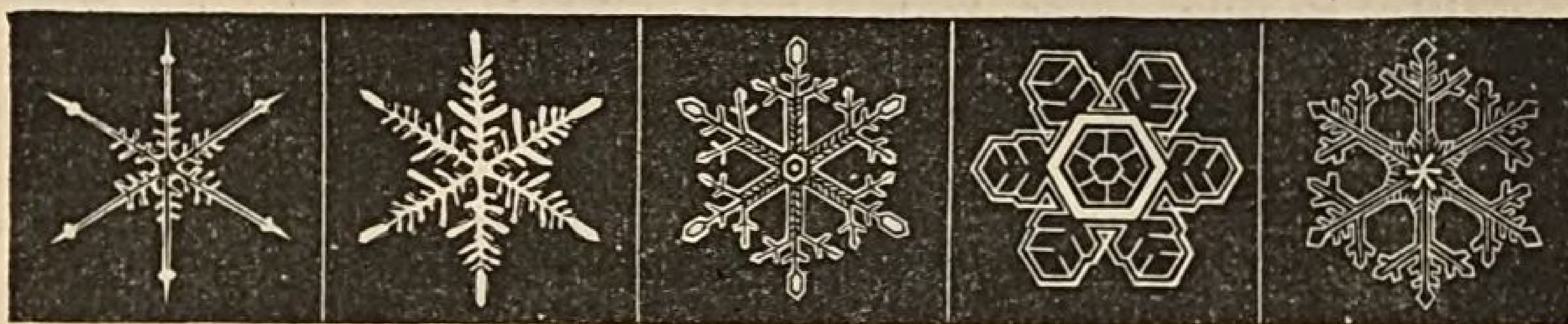


Fig. 4. — Formen von Schneeflocken.

gen, wollen wir eine oder zwei Flocken vorsichtig auf einer dunklen Unterlage auffangen (z. B. auf dem Aermel eines Rockes); da werden wir finden, daß jedes Flöckchen ein mehr oder weniger vollkommener Stern mit sechs Strahlen ist, welche aus kleinen Nadeln oder Krystallen aus reinem, durchsichtigem Eis bestehen. Diese Schneekrystalle sind so zart, daß sie oft schon beschädigt werden, wenn sie im Herunterfallen gegen einander stoßen. Einige ihrer verschiedenen Formen sind auf Fig. 4 abgebildet.

96. — Die oberen Schichten der Atmosphäre sind viel kälter, als der Gefrierpunkt des Wassers. Bei der dort stattfindenden Verdichtung lösen sich die Wolken nicht in Regen auf. Der Dampf der von der Erdoberfläche aufsteigenden warmen Luftströme verdichtet sich, gefriert in diesen Höhen und bildet kleine Krystalle, welche sich zu Schneeflocken vereinigen. Selbst im Sommer bestehen die feinen weißen Wölkchen, welche wir oft am Himmel hinziehen sehen, wahrscheinlich aus Schnee. In allen Ländern, wo im Winter selbst die Luft nächst der Erde sehr kalt ist, fällt der Schnee bis auf die Erde und bedeckt sie wie mit einem weißen Mantel, bis die wiederkehrende Wärme ihn hinwegschmilzt.

97. — Außer Regen und Schnee nimmt die Feuchtigkeit der Luft noch manchmal die Form von Hagel an, welcher aus kleinen Eisstückchen, gleich gefrorenem Regen besteht, sowie die Form von Graupeln, welche theilweise geschmolzener Schnee sind. Regen und Schnee sind aber die wichtigsten Formen, und erfordern noch eine nähere Untersuchung.

98. — Wiederholung. — Ehe wir weiter gehen, wollen wir noch einmal Alles zusammenfassen, was über den Wasserdampf der Luft gesagt worden ist. Wir haben gelernt, daß, da jede Wasserfläche auf der Erde verdunstet, die Luft voll Dampf ist, daß dieser Dampf zu einer sichtbaren Form verdichtet wird und als Thau, Nebel und Wolken erscheint. Ferner haben wir gelernt, daß der Dampf, aus welchem die Wolken bestehen, in Regen oder Schnee aufgelöst wird und in einer dieser Formen wieder auf die Erde herabfällt. So besteht zwischen der festen Erde und der Luft darüber ein Kreislauf von Wasser. Dieser Kreislauf ist so nöthig für die Erde, um sie zu einem geeigneten Aufenthalt für lebende Wesen zu machen, wie der Kreislauf des Blutes für unseren Körper. Er mischt und wäscht die Luft und reinigt sie von allem Unsauberen, wie z. B. von dem Rauch, der aus den Schornsteinen der Städte aufsteigt. Er erquickt den Boden und feuchtet ihn an und setzt ihn dadurch in den Stand, Pflanzen hervorzubringen. Dann speist er Quellen, Bäche und Flüsse. Kurz er ist die Hauptquelle alles Lebens auf der Erde. Ein so wichtiger Theil der Maschine der Welt verdient eine aufmerksame Beobachtung. Wir wollen nun zunächst sehen, was aus dem Regen und Schnee wird, nachdem sie aus der Luft auf die Erde gekommen sind.

Der Kreislauf des Wassers auf der Erde.

I. Was geschieht mit dem Regen?

99. — Da die Luft fortwährend Wasser von der Erde aufsaugt und durch Verdichtung fortwährend zurückgibt, so entsteht im Lauf der Jahre kein fühlbarer Verlust oder Gewinn an Wasser in unseren Seen, Meeren und Flüssen; Verdunstung und Verdichtung gleichen sich aus.

100. — Es ist klar, daß die eben erst aus der Luft gefallene Feuchtigkeit nicht sogleich wieder verdunstet. Wenn ein Regenschauer fällt, so sind die Wege nicht gleich trocken, nachdem der Regen vorüber ist. Und wenn heftige Regengüsse einige Zeit angehalten haben, dann ist oft die ganze Gegend überfluthet und bleibt es noch Tage lang, nachdem der Regen aufgehört hat. Das Verschwinden des Wassers vom Festlande geschieht zwar zum Theil durch Verdunstung. Ein großer Theil verschwindet aber auf andere Weise.

101. — Die größte Menge Regen fällt in das Meer, weil das Meer eine ungefähr dreimal größere Fläche einnimmt, als das Land. All' dieser Regen vermischt sich mit dem Salzwasser und kann dann nicht mehr unterschieden werden. Dadurch wird der Verlust ausgeglichen, welchen das Meer fortwährend durch Verdunstung erleidet, denn das Meer ist die große verdunstende Fläche, von wo der meiste Dampf in die Atmosphäre aufsteigt.

102. — Auf der andern Seite muß die Gesammt-Regenmasse, welche auf die Erde fällt, ungeheuer groß sein. Man hat z. B. festgestellt, daß die jährliche Regenmasse, welche auf Deutschland kommt, einen Raum von 56 Centimeter Höhe über der ganzen Oberfläche des Landes einnehmen würde.

Wenn wir dem auf die Erde fallenden Regen nachspüren, so finden wir, daß er nicht sofort verschwindet, sondern eine andere Art von Kreislauf beginnt. Vergegenwärtigen wir uns, was während eines Regenschauers vorgeht. Ist der Schauer heftig, so bemerken wir kleine Rinnen schmutzigen Wassers, welches die Straßen oder Wege hinunterströmt, oder aus den Furchen der Felder fließt. Einer dieser Rinnen wollen wir folgen.

Sie führt in irgend einen Graben oder Bach, dieser in einen größeren Fluß und der Fluß in einen Strom; wenn wir den Strom weit genug verfolgen, so leitet er uns zum Meere. Gedenken wir nun der vielen Bäche und Ströme auf der Welt, wo ein solcher Wasserabfluß stattfindet, so können wir uns vorstellen, wie groß die Regenmasse sein muß, welche vom Lande in das Meer abfließt.

103. — Fließt aber aller Regen auf diese Weise sofort in das Meer? Gewiß nicht, das können wir leicht beweisen.

Wir wollen uns vorstellen, daß die Erde, ehe es regnet, sehr trocken war, und daß wir nach dem Regen eine Schaufel voll Erde ausgraben. Finden wir jetzt die Erde trocken? Nein, denn ein Theil des Regens ist in die Erde gesickert. Wenn wir noch tiefer graben oder zusehen könnten, wenn Arbeiter eine tiefe Höhle graben, so würden wir finden, daß unten die Erde nicht nur feucht ist, sondern oft so viel Wasser enthält, daß wir es sammeln und auf die Oberfläche bringen können.

Es ist also klar, daß eine große Menge des Regens, welcher auf die Erde fällt, versinkt und sich in der Tiefe ansammelt. Das Wasser, welches auf diese Art verschwindet, scheint also dem allgemeinen Kreislauf, welchen wir verfolgt haben, entzogen zu werden. Wenn es unter die Oberfläche sinkt, wie kann es da je wieder heraufkommen?

104. — Einiges Nachdenken überzeugt uns aber, daß das Wasser nicht verloren gehen kann, was auch unten mit ihm geschehen mag. Wenn aller Regen, welcher in die Erde sinkt, für immer von dem Kreislauf auf der Oberfläche ausgeschlossen wäre, so müßte die Wassermenge auf der Erde fortwährend sichtbar abnehmen. Die Meere müßten kleiner und seichter werden; die Flüsse und Seen würden austrocknen. Solche Veränderungen kommen aber, soweit wir blicken können, nicht vor. Das Meer wogt so breit und tief, wie seit vielen Jahrhunderten, und die Flüsse und Seen bleiben auch, wie sie waren. Wenn also ein Theil des Wassers, welches versinkt, nie wieder zur Oberfläche gelangt, so muß es einen so geringen Theil ausmachen, daß es im Verhältniß zu dem, welches wieder erscheint, gar nicht in Betracht kommt. Ungeachtet des Regens, welcher in der Erde verschwindet, geht der Kreislauf des Wassers zwischen der Luft und der Erde ohne merkliche Verminderung weiter.

105. — Wir müssen hieraus schließen, daß das unterirdische Wasser durch irgend welche Mittel wieder auf die Oberfläche gelangt. Dies geschieht, wie wir aus den folgenden Abschnitten lernen werden, durch Quellen, welche aus der Erde entspringen und Wasser heraufbringen, um die Bäche und Flüsse zu speisen, durch welche das Wasser dem Meere zugeführt wird.

106. — Jetzt können wir die Frage beantworten: Was wird aus dem Regen?

Der größte Theil sickert in die Erde und kommt in Quellen wieder empor; ein Theil davon sammelt sich in Bächen und Flüssen und dieser Theil bahnt sich, so weit er nicht verdunstet, seinen Weg durch das Land, bis er sich zuletzt in's Meer ergießt.

107. — Zwei verschiedene Wege verfolgt also das Regenwasser: einen unterirdischen und einen oberirdischen Weg.

II. Wie Quellen entstehen.

108. — Im Folgenden wollen wir uns mit dem Theil des Regens beschäftigen, welcher in die Erde sickert. Eine kurze Beobachtung des Bodens, aus welchem die Oberfläche einer Gegend besteht, genügt, um zu zeigen, daß die Bestandtheile sowohl in der Härte, wie in der Art verschieden sind. Manche Bodenarten sind ganz lose und porös, andere sind fest. Sie unterscheiden sich folglich sehr durch die Eigenschaft, eine größere oder geringere Wassermenge durchzulassen. Eine Sandschicht z. B. ist leicht durchdringlich, d. h. sie läßt das Wasser frei durchsickern, weil die kleinen Sandkörnchen lose liegen und sich nur an manchen Stellen berühren, so daß freier Raum zwischen ihnen bleibt. Das Wasser findet durch diesen freien Raum leicht seinen Weg. Die Sandsteinschicht kann in der That eine Art von Schwamm werden, indem sie ganz mit Wasser gesättigt wird, welches von der Oberfläche herabgesickert ist. Eine Lehmschicht hingegen ist undurchdringlich; sie besteht aus sehr kleinen Theilchen, die ganz nahe an einander liegen und daher dem Durchgang des Wassers Widerstand leisten. Wo eine solche Schicht vorkommt, da hindert sie den freien Durchgang des Wassers, welches, da es weder hindurch sickern noch wieder nach oben zurückkehren kann, durch den Lehm zurückgehalten wird und sich einen andern Ausweg suchen muß.

109. — Sandiger Boden ist trocken, weil der Regen schnell durchsickert; lehmiger Boden hingegen ist feucht, weil er das Wasser zurückhält und es am freien Eindringen in die Erde hindert.

110. — Wenn das Wasser von Regen oder geschmolzenem Schnee in den Boden oder in Gesteine eindringt, so bleibt es dort nicht ruhen.

Graben wir z. B. ein tiefes Loch in den Boden, so finden wir bald, daß das zwischen den Theilchen befindliche Wasser von allen Seiten in das Loch rinnt und sich auf dem Boden in einer Lache sammelt.

Wenn wir das Wasser herausschöpften, so würde doch wieder neues heruntertropfen und nach kurzer Zeit die Lache wieder gefüllt sein. Dies zeigt uns, daß das unterirdische Wasser sofort in jeden sich ihm öffnenden Kanal fließt.

111. — Die Gesteine unter uns sind, abgesehen von der porösen Beschaffenheit mancher, z. B. des Sandsteines, alle mehr oder weniger von Sprüngen durchzogen — manchmal sind es bloße Linien, wie die einer zersprungenen Fensterscheibe, oft aber weite und offene Klüfte und Gänge.

Diese zahlreichen Kanäle dienen dem unterirdischen Wasser als Durchgänge. Es mag daher ein Gestein noch so hart und undurchdringlich sein, so läßt es dennoch eine reichliche Wassermenge durchsickern, wenn es viele solcher Sprünge enthält. Kalkstein z. B. ist ein so harter Stein, daß seine Körner kaum Wasser durchlassen; doch ist er so voller Sprünge oder Spalten, und diese Spalten sind oft so weit, daß sie viel Wasser durchfließen lassen.

112. — In hügeligen Gegenden, wo die Erdoberfläche noch nicht gepflügt worden ist, finden wir oft sumpfige und feuchte Stellen, selbst wenn das Wetter lang trocken war. Ueberall umher ist der Boden durch die Sonnenhitze ausgetrocknet, aber diese Stellen bleiben der Hitze zum Trotz naß.

Woher bekommen sie ihr Wasser? Sicherlich nicht direkt aus der Luft, denn in diesem Falle müßte der übrige Boden auch so naß sein. Sie empfangen es nicht von oben,

sondern von unten. Der Boden selbst gibt es von sich, und dies fortwährende Hervorbringen des Wassers von unten erhält den Boden feucht und sumpfig. An andern Stellen sickert das Wasser nicht bloß aus der Erde, sondern kommt in kleinen Rinnen voll klaren Wassers hervor.

Wenn wir eine solche Rinne bis zu ihrem Ursprung verfolgen, so sehen wir, daß sie als Quelle aus der Erde entspringt.

113. — Quellen sind die natürlichen Ausgänge für das unterirdische Wasser. Warum hat aber dies Wasser Ausgänge und wodurch steigt es auf die Oberfläche?

114. — Die folgende Zeichnung (Abb. 5) stellt die Art und Weise dar, in welcher verschiedene Gesteine übereinanderliegen und wie wir sie finden würden, wenn wir einen

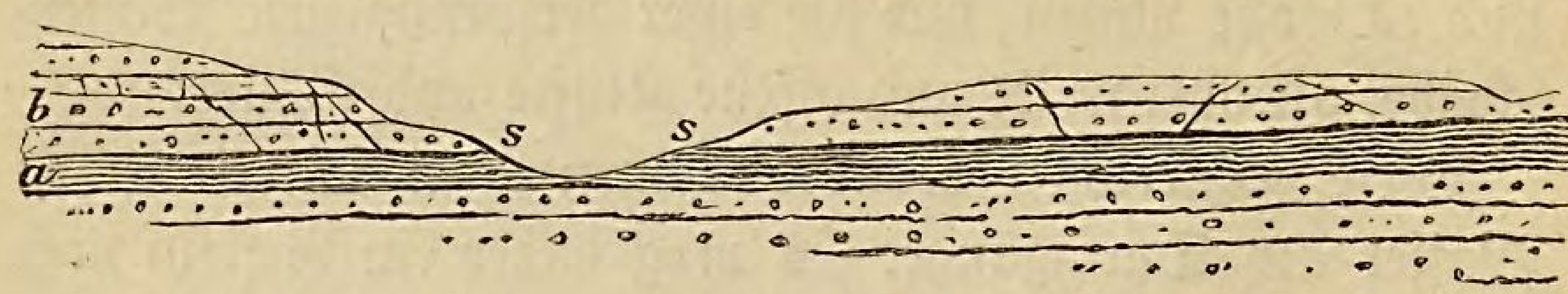


Fig. 5. — Ursprung der Quellen auf der Erdoberfläche. (Gebirgsquellen.)

langen tiefen Schnitt quer durch die Oberfläche machten. Sie sind, wie wir sehen, in flache Lagen oder Schichten geordnet. Wir wollen annehmen, daß *a* eine flache Lage irgend eines undurchdringlichen Gesteines, z. B. Lehm ist, und *b* eine andere Schicht von poröser Masse, wie Sand. Der Regen, welcher auf die Erdoberfläche fällt und durch die obere Schicht sickert, wird von der unteren aufgehalten, wo er sich entweder ansammelt oder längs der Oberfläche dieser unteren Lage einen Ausgang findet.

Wenn der Boden einer Schlucht oder eines Thales unter der Höhe der Linie, längs welcher das Wasser fließt, liegt, so entspringen aus den Seiten des Thales Quellen, welche der Holzschnitt bei *s s* zeigt.

Die Ausgangslinie kann entweder, wie in diesem Falle, die Vereinigungsstelle von zwei verschiedenen Gesteinarten, oder eine der bereits erwähnten zahlreichen Spalten sein. Was es auch sei, das Wasser fließt immer vorwärts, so lange es Oeffnungen findet, durch welche es seinen Weg fortsetzen kann, und die Gesteine unter der Erde sind so voller Spalten, daß sie keine Hindernisse sind.

115. — Es kommt aber auch oft vor, daß ein großer Theil des unterirdischen Wassers weit unter den Boden eines Thales und selbst unter den Meeresboden sinkt. Und dennoch kommt selbst aus dieser Tiefe das Wasser schließlich wieder auf die Oberfläche.

Um diesen Vorgang zu erklären, wollen wir einen bestimmten Wassertropfen von der Zeit an, zu welcher er als Regen in die Erde sinkt, bis dahin verfolgen, wo er nach langem Auf- und Abreisen in dem Innern der Erde die Oberfläche wieder erreicht. Er sickert mit anderen Tropfen durch den Boden und erreicht noch mehr Tropfen oder größere Wassermengen, welche sich ihren Weg durch Spalten oder Kanäle der Gesteine bahnen. Auf diese Weise sinkt er vielleicht einige tausend Fuß tief, bis er auf Gesteine stößt, welche er nicht durchdringen kann.

Unterdessen sind ihm andere Tropfen auf seinem gewundenen Pfade bis zu den Schranken auf dem Grunde gefolgt. Das Zusammenströmen aller dieser Tropfen bildet auf dem Grunde eine Ansammlung von Wasser, welche durch das von oben neu hinzukommende fortwährend gepreßt wird. Da das eingeschlossene Wasser nicht im Stande ist, weiter hinunter zu dringen, muß es versuchen, nach einer andern Seite zu entweichen. Durch den Druck von oben wird es in andere Spalten und Durchgänge getrieben, es windet

sich auf und ab, bis es zuletzt zur Oberfläche gelangt. Dort bricht es als laufende Quelle hervor.

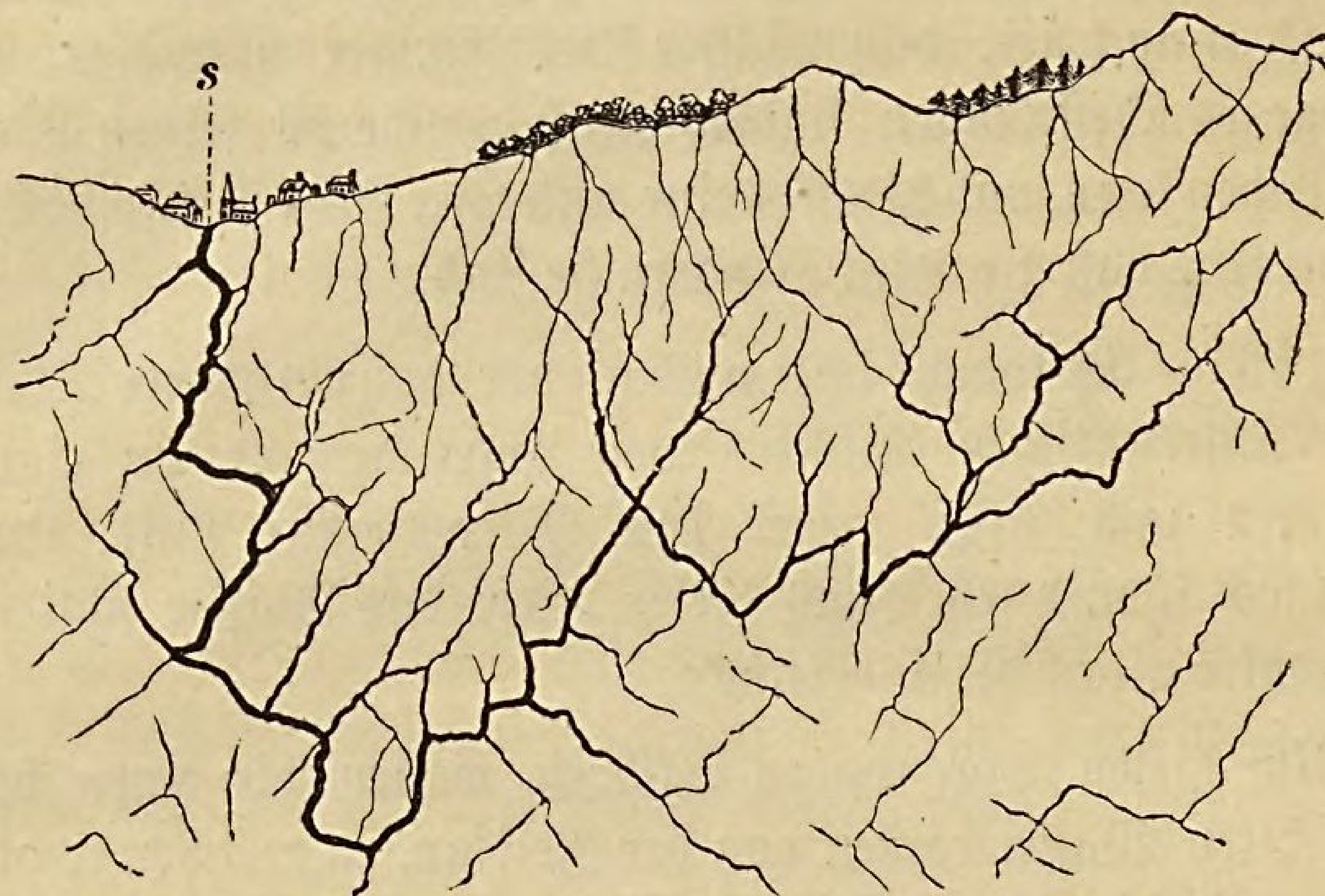


Fig. 6. — Durchschnitt einer Gegend, um den Ursprung von tiefen Quellen zu zeigen. Die zahlreichen Spalten in den Gesteinen leiten das Wasser in einen Hauptkanal, durch welchen es bei S als Quelle wieder zur Oberfläche aufsteigt.

116. — So ist jede der zahlreichen Quellen, welche aus der Erde entspringen, ein Beweis dafür, daß unter der Erde ebenso wohl ein Kreislauf des Wassers stattfindet, wie auf der Oberfläche. Aber außer diesen natürlichen Ausgängen, dienen die in die Erde gegrabenen künstlichen Oeffnungen als Beweis für den unterirdischen Kreislauf des Wassers. Man gräbt Löcher, Brunnen genannt, um das Wasser zu sammeln; Bergwerke, Schachte, Steinbrüche und tiefe Aushöhlungen aller Art werden vom Wasser belästigt und müssen durch Auspumpen trocken gehalten werden.

III. Die Arbeit des unterirdischen Wassers.

117. — Nirgends erscheint das Wasser reiner, als wenn es in einer krystallhellen Quelle aus der Erde sprudelt. Im chemischen Sinne reines Wasser soll nur aus zwei Stoffen bestehen, aus Sauerstoff und Wasserstoff. In dem Wasser jeder Quelle ist aber, so klar sie auch sein mag, noch etwas anderes.

Wenn wir wirklich reines Wasser kochen, so können wir es ganz verdampfen lassen, ohne daß es eine Spur zurückläßt. Kochen wir aber gewöhnliches Quellwasser, so bleibt ein Rest in fester Form. Klare Durchsichtigkeit ist kein Beweis für die chemische Reinheit des Wassers.

118. — Der Regen ist fast ganz reines Wasser. Wenn aber dieses Wasser nach einer längeren über- und unterirdischen Wanderung irgendwo als Quelle zum Vorschein kommt und nun mehr oder weniger andere Stoffe enthält, so muß es dieselben von den Gesteinen, durch die es gedrungen ist, erhalten haben. Diese Stoffe sind für das Auge nicht sichtbar, da sie sich in einer chemischen Auflösung befinden. Wenn wir einige Körnchen Salz oder Zucker auf einen Teller legen und Wasser darüber gießen, so werden sie im Wasser aufgelöst und verschwinden; sie verbinden sich mit dem Wasser. Wir können sie nicht sehen, können aber doch ihr Dasein durch den Geschmack erkennen, welchen sie dem Wasser, in dem sie aufgelöst sind, mittheilen. (Chemie, 23.)

119. — So löst das durch die Erdoberfläche sickernde Wasser etwas von den Bestandtheilen der unterirdischen Gesteine auf und bringt diese aufgelösten Theilchen zur Oberfläche. Hier könnte man einwenden, daß Salz und Zucker durch das Wasser leicht aufgelöst werden, die har-

ten Gesteine hingegen nicht; wie können also die Quellen ihre festen Beimischungen von den Gesteinen bekommen?

120. — Wir erinnern uns, daß einer der wichtigsten Bestandtheile der Luft kohlensaures Gas ist, welches von Pflanzen und Thieren aus der Luft gesogen und ihr wieder zugeführt wird (siehe Abschn. 44). Der Regen saugt im Herabfallen durch die Atmosphäre etwas Luft ein. Als Theile der Luft werden Theilchen von Rauch und Ruß, etwas Kohlensäure, schädliche Dünste, winzige Organismen und andere in der Luft fliegende Dinge vom herabströmenden Regen erfaßt, welcher auf diese Weise die Luft reinigt und darnach strebt, sie gesünder zu machen, als sie sonst sein würde.

121. — Der Regen nimmt aber nicht nur die Unreinigkeiten aus der Luft, sondern er erhält bedeutenden Zuwachs aus der Erde. Wenn wir etwas Erde aus einem Felde oder Garten nehmen, so können wir darin Fasern und verfaulende Wurzeln bemerken. Sie enthält immer mehr oder weniger organische Bestandtheile und daher auch (Abschn. 44) kohlensaures und anderes Gas. Legen wir etwas von dieser Erde auf ein Stück Eisen und halten es in das Feuer, so verbrennen wir die organischen Theile, schaffen die Kohlensäure fort und verändern die Farbe der Erde.

122. — Bewaffnet mit der Kohlensäure, die es aus der Luft erhält, und mit den größeren Mengen, welche es der Erde entzieht, ist das Regenwasser ausgerüstet, den Angriff auf die Gesteine zu unternehmen und sie in einer Weise zu zerfressen, wie es dem reinen Wasser unmöglich wäre. (Chemie, Versuch 28.)

123. — Kohlensäure enthaltendes Wasser hat auf manche, selbst auf einige der härtesten Gesteine eine bemerkenswerthe Wirkung. Es löst eine größere oder geringere Menge ihres

Stoffes auf und führt ihn fort. Wenn es z. B. auf Kreide oder Kalkstein fällt, so löst es fast den ganzen Stein auf und trägt ihn in der Auflösung fort; trotzdem bleibt das



Fig. 7. — Unterirdischer Kanal, durch Wasser in den Kalkfelsen ausgehöhlt.

Wasser hell und klar. In Gegenden, die reich an Kreide oder Kalkstein sind, zeigt sich diese Thätigkeit des Wassers manchmal besonders in der Art, in welcher Löcher in die Oberfläche des Bodens gehöhlt sind.

In solchen Gegenden sind die Quellen immer hart, d. h. sie enthalten viel aufgelöste mineralische Stoffe; das Regenwasser und die Quellen, welche wenig Unreinigkeiten enthalten, nennt man weich. (Chemie, Abschn. 26.)

124. — Viele der Bestandtheile, welche durch das Wasser der Quellen dem Grunde entnommen werden, sind für das Leben der Pflanzen und Thiere nützlich. Kalk, Salz und Eisen werden z. B. im Quellwasser an die Oberfläche befördert und sind von großem Werth. Kalk liefert Stoff zu den Knochen der Thiere, und das Eisen fügt dem Blute die färbenden Theile hinzu. Wir erhalten fast alles, was wir von diesen Dingen brauchen, aus unserer festen Nahrung; doch ist Quellwasser, so weit es dieselben enthält, gesünder zum Trinken und Kochen, als Regenwasser.

125. — Da jede Quelle auf der Welt geschäftig Stoffe irgend welcher Art an die Oberfläche bringt, so ist es klar, daß die Menge der aufgelösten und fortgebrachten Gesteine sehr groß sein muß. Nun können wir begreifen, woher die unterirdischen Kanäle und Gänge kommen, denn das Wasser frißt immer ein wenig von der Fläche ab, über welche es fließt und erweitert so die Sprünge und Spalten zu größeren Durchgängen. Auf diese Weise sind in manchen Ländern unter der Erde große Höhlen von beträchtlicher Höhe und einigen Meilen Länge entstanden.

IV. Wie die Oberfläche der Erde verwittert.

126. — Wenn ein Gebäude aus Steinen einige hundert Jahre lang gestanden hat, so ist das saubere, glatte Aussehen, welches die Mauern durch den Maurer bekommen hatten, verschwunden. In die Steine sind Löcher und Furchen gehöhlt, und die Verzierungen über den Fenstern und Thüren sind so zerstört, daß wir vielleicht gar nicht mehr er=

kennen können, was sie darstellen. Dies, die Spuren der nagenden Zeit an sich tragende Aussehen von altem Mauerwerk ist uns so vertraut, daß wir es immer bei alten Gebäuden erwarten, und wenn es fehlt, so zweifeln wir, daß das Gebäude wirklich alt ist.

127. — Auf einem Kirchhofe sehen wir, daß die Grabsteine um so zerfallener sind, je höher ihr Alter. Manchmal, besonders in Städten, sind die Inschriften, welche mehrere Generationen alt sind, so zerstört, daß wir gar nicht mehr erkennen können, welche Namen und Tugenden sie verewigen sollen.

128. — Dieses Zerfallen des harten Steines im Laufe der Zeit ist uns eine bekannte Thatsache. Haben wir aber jemals darüber nachgedacht, warum es so ist? Wodurch wird der Stein zerstört und zu welchem Zweck?

129. — Bei Bauten, welche durch Menschenhände entstanden sind, kann man die Zerstörung verfolgen; die jetzt rauhen und abgenutzten Steine waren einst glatt zubehauen, als sie die Werkstätte des Steinmetzen verließen. Die Zerstörung ergreift aber nicht nur menschliche Schöpfungen, sondern sie verbreitet sich über die ganze Welt.

130. — Die Thatsache, daß die Oberfläche der Erde zerfällt, ist auf den ersten Anschein so sonderbar, daß wir jede Gelegenheit wahrnehmen sollten, um dieselbe zu bestätigen. Prüfen wir alle alten Gebäude und Bildhauerarbeiten in unserer Umgebung; suchen wir die Klippen, Schluchten, Spalten und Wasserrinnen in unserer Gegend auf. Am Fuße jeder Klippe finden wir wahrscheinlich den Boden mit Blöcken und Haufen von kleineren Stücken, welche von den Felsen heruntergefallen sind, bedeckt, und nach einem kalten Winter bemerken wir überall frische Scharten, wo neue

Massen sich abgelöst haben, um die Trümmerhaufen unten zu vergrößern.

131. — Bei Untersuchung unserer nächsten Umgegend finden wir also genug Beweise dafür, daß selbst die härtesten Steine, trotz ihrer anscheinenden Festigkeit, zerfallen. Kurz, wo die Gesteine der Luft ausgesetzt sind, da werden sie leicht zerstört. Sehen wir nun, wodurch dieser Wechsel hervorgebracht wird.

132. — Zu diesem Zwecke kehren wir für einen Augenblick zu der Thätigkeit der Kohlensäure, welche schon Abschn. 123 beschrieben wurde, zurück. Wir erinnern uns, daß das Regenwasser etwas Kohlensäure aus der Luft zieht und dadurch beim Einsickern in die Erde in den Stand gesetzt wird, Theile der Gesteine zu zerfressen. Der Regen, welcher auf der Erde bleibt oder abfließt, thut dasselbe. Das Regenwasser löst nach und nach alle Theile der Gesteine auf, die es losbringen kann. Von manchen Gesteinen, wie z. B. Kalksteinen, wird die ganze oder wenigstens fast die ganze Masse des Steines aufgelöst fortgeschwemmt. Bei anderen Arten bildete der aufgelöste Theil die kittende Masse, welche den Stein zusammenhielt, so daß, wenn sie weggenommen ist, das Gestein in bloße Erde oder Sand zerbröckelt, welche der Regen bald hinwegschwemmt. Die Thätigkeit der vom Regen aufgenommenen Kohlensäure ist also eine der Ursachen der Zerstörung der Steine.

133. — Zweitens trägt der vom Regen aus der Luft aufgenommene Sauerstoff zu der Zersetzung der Gesteine bei. Wenn ein Stück Eisen längere Zeit der Luft ausgesetzt ist, so rostet es. Wir wissen, wie im Laufe von Jahren eiserne Geländer ganz durchgefressen werden, so daß wir die schmutziggelbe Kruste oder das Pulver von den zerfressenen Flächen abschaben können. Dieser Rost ist eine

zusammengesetzte Masse, aus der Vereinigung von Sauerstoff und Eisen entstanden. Er bildet sich so lange weiter, als noch ungerostetes Eisen vorhanden ist, da, wenn eine Kruste Rost abgewaschen ist, eine neue Schicht Eisen den Angriffen des Sauerstoffes ausgesetzt wird. Was an einem eisernen Geländer oder einem Messer aus Stahl vorgeht, geschieht auch, obgleich weder so schnell noch so stark, bei vielen Gesteinen: dieselben rosten, indem sie Sauerstoff aufnehmen. Es bildet sich auf ihrer Oberfläche eine Kruste von zerfressenem Gestein, und wenn dieselbe vom Regen weggespült worden, erreicht der immer gegenwärtige und thätige Sauerstoff eine frische Lage Gestein.

134. — Drittens zerfällt die Oberfläche vieler Gegenden der Welt durch den Frost. Es sind uns ohne Zweifel viele Wirkungen des Frostes bekannt. Wir haben schon bemerkt, daß manchmal im Winter, wenn die Kälte sehr groß wird, Röhren voll Wasser bersten und mit Wasser gefüllte Krüge von oben bis unten zerspringen. Der Grund hierzu liegt in der Thatsache, daß sich das Wasser beim Gefrieren ausdehnt. Eis erfordert mehr Platz als flüssiges Wasser. Wenn sich das Eis in einem geschlossenen Raume bildet, so übt es einen großen Druck auf die Wände des Gefäßes oder der Höhlung, welche es ausfüllt, aus. Wenn diese Wände nicht stark genug sind, um den Druck auszuhalten, so müssen sie nachgeben und daher zerspringen sie. (Physik, Abschn. 61.)

135. — Wir haben gelernt, wie leicht der Regen seinen Weg durch den Boden findet. Selbst die härtesten Gesteine sind mehr oder weniger porös und nehmen etwas Wasser auf. Bei Beginn des Winters ist also der Boden voll Feuchtigkeit, nicht nur die Erde, sondern auch die Gesteine. Kommt nun der Frost, so gefriert diese Feuchtigkeit. Mit jedem Wassertheilchen geht dann genau dasselbe vor,

wie bei der geborstenen Wasserröhre oder dem zersprungenen Krug. Es ist einerlei, ob sich das Wasser in irgend einer Höhle oder zwischen den Theilchen der Gesteine oder des Bodens sammelt. Sobald es gefriert, dehnt es sich aus und versucht die Wände, welche es umschließen, auseinander zu treiben.

136. — Hieraus ergeben sich manche merkwürdige und interessante Wirkungen des Frostes auf die Erdoberfläche.

Wenn wir kurz nach einem Frost eine Landstraße entlang gehen, so sehen wir, daß die kleinen Steine aus ihren Löchern gestoßen sind und daß auf der Oberfläche des Weges eine Schicht von feinem Staub liegt. Der Frost hat die Körner des Sandes und Lehmes so getrennt, als ob man sie in einem Mörser zerstoßen hätte. Der Frost ist also dem Landmann von sehr großem Nutzen, indem er den Boden aufbricht und den Wurzeln der Pflanzen Raum schafft. Wenn sich die Oberfläche eines Felsen voll Regen gesogen hat und dann dem Frost ausgesetzt wird, so werden die Körner des Steines durch das Gefrieren des in den Poren enthaltenen Wassers demselben Druck ausgesetzt. Diese Körner sind natürlich nicht so lose, wie die der Erde, und widerstehen daher dem Frost besser. Selbstverständlich sind die porösesten Steine, oder solche, welche das meiste Wasser enthalten, den Wirkungen des Frostes am meisten zugänglich. Poröse Gesteine, wie Sandstein, werden oft sehr schnell durch den Frost zerstört. Schicht auf Schicht wird abgebröckelt, oder die einzelnen Bestandtheile werden gelockert und vom Regen weggewaschen.

137. — Das Wasser gefriert aber nicht nur zwischen den Körnern, sondern auch in den zahlreichen Höhlungen oder Spalten, welche die Gesteine durchziehen. Wir haben wohl schon bemerkt, daß an den Seiten einer Klippe oder eines

Steinbruches die Gesteine von aufwärts laufenden Linien durchschnitten sind und daß längs dieser Linien der Stein bereits durch die Natur gesprengt ist und vom Steinbrecher in großen Blöcken herausgebrochen werden kann. Diese Linien oder Spalten sind schon früher (Abschn. 111) als Durchgänge für das von oben kommende Wasser erwähnt worden. Es ist klar, daß die Spalten nur wenig Wasser auf einmal aufnehmen können. Allmälig erweitern sich aber die Spalten und lassen mehr Wasser eindringen. Jedesmal, wenn das Wasser gefriert, versucht es, die Wände der Spalte auseinander zu treiben. Nach vielen Wintern ist es zuletzt im Stande, sie etwas zu trennen; dann dringt mehr Wasser ein und der Frost wendet mehr Kraft an, bis zuletzt der von dem Sprunge durchzogene Fels vollständig gespalten ist. Wenn dies an einer Klippe vorgeht, so kann eines dieser gelockerten Stücke herunterfallen und in den Abgrund stürzen.

138. — Diese Art der Zerstörung ist auf dem beigegebenen Holzschnitte (Abb. 8) dargestellt; derselbe zeigt uns eine Klippe, an welcher die Gesteine von senkrechten Spalten durchzogen sind. Diese sind der Vorderseite entlang erweitert worden, bis sich große Blöcke ablösten und hinunter gefallen sind. In Gegenden, welche harten Wintern ausgesetzt sind, ist die bei steilen Klippen durch den Frost verursachte Zerstörung oft außerordentlich groß.

139. — Außer der Kohlensäure, dem Sauerstoff und dem Frost, gibt es noch andere Einwirkungen, durch welche die Oberfläche der Erde zerfällt. Wenn z. B. Gesteine am Tage durch starken Sonnenschein sehr erwärmt werden und sich dann in der Nacht durch Ausstrahlung schnell abkühlen, so lockert die durch den schnellen Temperaturwechsel verursachte Ausdehnung und Zusammenziehung die Theilchen

des Steines, so daß sie abbröckeln, und selbst mehrere Schichten des Steines abfallen.

140. — Ferner bröckeln Gesteine auch dadurch ab, daß sie sich manchmal voll Regen gesogen haben und dann durch die Sonnenstrahlen ausgetrocknet werden.



Fig. 8. — Ansicht einer zerstörten Klippe.

141. — So sehen wir, daß die festen Gesteine der Erde durch die mannigfachsten Ursachen der Zerstörung und Veränderung ausgesetzt sind. Sowohl der härteste, wie der weichste

Stein muß zuletzt nachgeben und zerfallen. Sie zerfallen aber nicht alle in derselben Zeit. Wenn wir die Mauer eines alten Gebäudes sorgfältig betrachten, so können wir fast alle Stufen der Zerstörung wahrnehmen. Einige der Steine sind kaum angegriffen, während andere fast ganz verschwunden sind. Wenn dies bei den Gebäuden geschieht, so können wir uns darauf verlassen, daß es in der Natur ebenso ist, und daß Felsen und Klippen aus einer Steinart schneller und in anderer Weise zerfallen als andere.

142. — Wenn also die allgemeine Zerstörung der Erdoberfläche eine erwiesene Thatsache ist, so fragen wir wohl mit Recht, warum dies geschieht. Die Welt scheint uns so schön und herrlich, daß wir uns vielleicht kaum vorstellen können, warum auf ihrer Oberfläche so viele Zerstörung vor sich gehen soll. Anfänglich sind wir geneigt, diese Zerstörung als ein kaum zu erklärendes Unglück hinzunehmen. Anstatt ein Unglück zu sein, ist sie aber wirklich nöthig um die Erde zu einem geeigneten Wohnort der Thiere und Pflanzen zu machen. Ihr verdanken wir das Aushöhlen der Thäler und Schluchten und die malerischen Formen der Felsen und Berge. Aller Boden entsteht aus den zerfallenen Steinen, und wir hängen hinsichtlich unserer täglichen Nahrung von der Bildung und Erneuerung des Bodens ab. Wie dies vor sich geht, werden wir im Folgenden hören.

V. Was geschieht mit den abgebröckelten Theilen der Gesteine? Wie entsteht der Erdboden?

143. — Nehmen wir aus dem Garten oder einem Felde eine Hand voll Erde auf und betrachten wir sie genau. Aus was besteht sie? Wir sehen kleine Stückchen von abgebröckeltem Stein, Sand und Lehmtheilchen, vielleicht

einige Pflanzenfasern, und die ganze Erde hat von den vermoderten Pflanzen und Thierresten, die sie enthält, eine dunkle Farbe. Nun wollen wir versuchen zu erklären, wie diese verschiedenen Dinge zusammen kamen.

144. — Wir kehren wieder zu dem allgemeinen Verfall der Erdoberfläche zurück. Die Worte „Verfall", „Verwüstung" und andere von ähnlicher Bedeutung werden diesem Vorgang beigelegt. Obgleich aber die Gesteine zerbröckeln und dadurch alljährlich kleiner werden, so findet doch kein wirklicher Verlust des Stoffes der Erdoberfläche statt. Die Masse des Gesteins kann zerfallen aber nicht vernichtet werden. Sie ändert nur ihre Lage und Form. Was geschieht nun aber mit dem Stoff, der fortwährend von den Gesteinen um uns her abgelöst wird?

145. — Jeder Regentropfen, der auf die Erde fällt, trägt dazu bei, ihre Oberfläche zu verändern. Wir haben die chemische Thätigkeit des Regens verfolgt, wenn er Theile der Gesteine auflöst. Durch die jahrelange, fortwährende Wiederholung desselben Vorganges, Tropfen auf Tropfen und Schauer auf Schauer, werden die Gesteine zerstört und abgenützt. Der Regen übt aber auch eine mechanische Thätigkeit aus.

146. — Wir wollen beobachten, was geschieht, wenn die ersten, platschenden Tropfen eines Schauers auf eine weiche Sandfläche, wie die eines Seeufers, fallen. Jeder Tropfen macht eine kleine Vertiefung. Er drängt die Sandkörner zur Seite. Auf einer schiefen Fläche, wo die Tropfen zusammenlaufen und hinabströmen können, sind sie im Stande, Sand oder Lehmtheilchen mit fortzutragen. Dies nennt man eine mechanische Thätigkeit, während die wirkliche Auflösung der Theilchen, wie wir Zucker oder Salz

auflösen würden, eine chemische Thätigkeit ist. Jeder Regentropfen kann entweder in einer Weise oder auf beide Arten wirken.

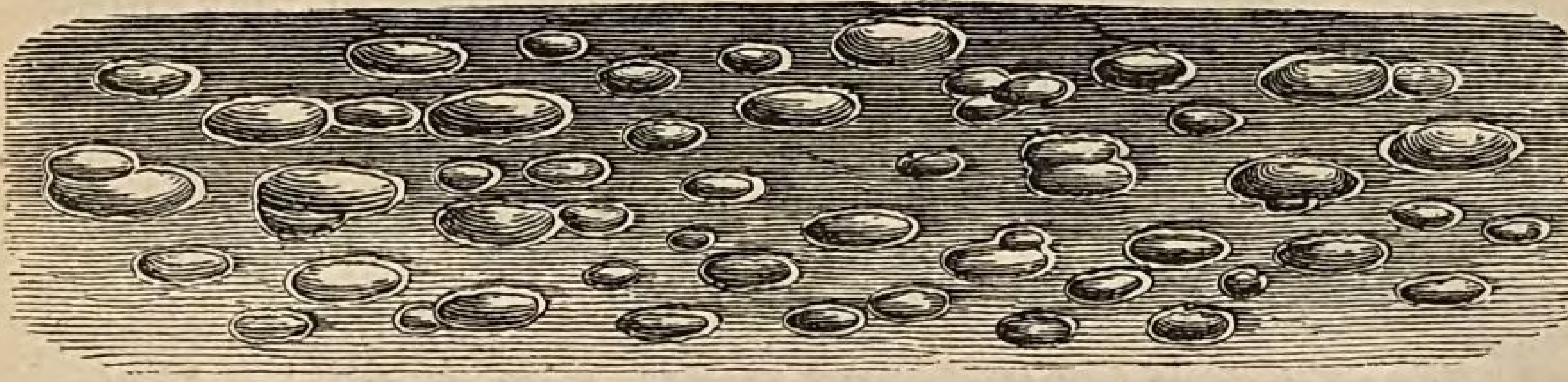


Fig. 9. — Vertiefungen im Sand- und Lehmboden nach einem Regen.

147. — Jetzt begreifen wir, daß der Regen so viel zur Zerstörung der Gesteine beiträgt. Er löst nicht nur einzelne Theile heraus und läßt eine bröckelnde Kruste auf der Oberfläche, sondern er wäscht auch diese Kruste ab und legt so eine neue Oberfläche für die Zerstörung frei. Auf diese Weise wird fortwährend zerbröckelter Stein über die Erdoberfläche zerstreut. Theile dieser Masse sammeln sich in Höhlen und auf schiefen oder wagerechten Ebenen; andere Theile werden in die Flüsse geschwemmt und in's Meer getragen.

148. — Aus diesem abgebröckelten Stein, gemischt mit Pflanzen- und Thierresten, besteht der ganze Boden. Er ist je nach den Gesteinen, aus denen er besteht, in seiner Beschaffenheit verschieden. Aus Sandstein entsteht z. B. sandiger Boden, aus Kalkstein kalkiger Boden und aus lehmartigem Gestein Lehmboden.

149. — Wenn die Gesteine nicht abbröckelten und zu Erde würden, so wäre das Land nicht mit Grün bedeckt. Nackte Flächen von Felsen würden den Wurzeln der Pflanzen keine Nahrung geben. Durch das Verfallen der Oberfläche derselben wird die Erde mit fruchtbarem Boden be-

deckt, und nur dort, wo die Klippen sich zu steil erheben, um die abbröckelnden Stücke aufzunehmen, ist die Erdoberfläche nackt und unbewachsen.

150. — Da das Verfallen der Erdoberfläche beständig ist, so findet auch immer eine Neubildung des Bodens statt. Wenn dies nicht der Fall wäre, und der einmal gebildete Boden unerneut bliebe, so würden die Pflanzen allmälig allen erdigen Stoff herausziehen und ihn in einem ausgesogenen, unfruchtbaren Zustande zurücklassen. Der Regen schwemmt hiervon Manches hinweg und bringt frische Theilchen der sich zersetzenden Gesteine, während die Gesteine oder der Boden, welche darunter liegen, unterdessen verfallen und zu Erde werden. Die losen Steine zerbröckeln ebenfalls und bilden neue Erde. Und so wird Tag für Tag der Boden langsam erneut.

151. — Die Pflanzen tragen ebenfalls zur Bildung und Erneuung des Bodens bei. Sie strecken ihre Wurzeln zwischen den Körnern und Spalten der Gesteine aus und lockern sie. Ihre verfaulenden Wurzeln liefern viele Kohlensäure, welche die Steine angreift, und führen dem Boden den meisten organischen Stoff zu. Selbst die gewöhnlichen Würmer, welche wir beim Umgraben der Erde sehen, sind von großem Nutzen, indem sie den Boden mischen und aufwerfen.

152. — Wenn wir über diese Zerstörung und Erneuung des Bodens nachdenken, so sehen wir, daß man in der That die Oberfläche der Erde sich vorstellen muß, als ob sie abwärts oder dem Meere zu wandere. Die von den Gipfeln oder Abhängen der höchsten Berge abgelösten Theilchen brauchen vielleicht viele hundert oder tausend Jahre zu ihrer Reise; sie liegen erst vielleicht lange auf den Abhängen, dann werden sie hinweggeschwemmt und bilden einen Theil

des Thalbodens; von dort aus können sie nach Jahren hinweggetragen und in das Bett eines Flusses abgelagert werden; so gelangen sie nach manchem Aufenthalt endlich in das Meer.

153. — Um uns einen Begriff von der Ausdehnung zu machen, bis zu welcher der Regen das Land von seinen losen Theilen reinigt, brauchen wir nur zu beobachten, was in unserer Umgebung nach einer Reihe von heftigen Regengüssen vorgeht. Jede kleine Rinne oder jeder Bach wird schmutzig durch die Erde, d. h. durch das zerfallene Gestein, welches der Regen von den benachbarten Abhängen hineingeschwemmt hat. Der Schmutz, welcher das Wasser verdunkelt, besteht aus den feineren Theilchen der zersetzten Gesteine; die gröberen Theile bewegen sich auf dem Grunde des Wassers. Wenn wir diese Wasserläufe beobachten und bedenken, daß sie seit ewigen Zeiten dasselbe thun, so wird uns klar, wie sehr sich die Oberfläche eines Landes durch die Thätigkeit des Regens verändert.

VI. Bäche und Flüsse. Ihre Entstehung.

154. — In einem früheren Abschnitt (107) haben wir gelernt, daß ein Theil des Regens in die Erde eindringt und ein anderer Theil auf der Oberfläche bleibt. Wir haben die Spuren der versunkenen Regenmasse bis zu ihrer Rückkehr auf die Erdoberfläche verfolgt. Jetzt haben wir in ähnlicher Weise dem andern Theile des Regens zu folgen, welcher in Bächen und Flüssen auf der Oberfläche fließt.

155. — Zu diesem Zwecke gewährt uns ein sanft abfallender Weg während eines heftigen Regengusses die beste Veranschaulichung. Stellen wir uns z. B. auf eine derartige

Landstraße bei Beginn des Regens an einen Punkt, wo der Weg ein sichtbares Gefälle hat. Zuerst bemerken wir, daß jeder der großen schweren Tropfen in dem Staub oder Sand eine kleine Vertiefung macht, wie schon früher beschrieben wurde (Abschn. 146). Wenn der Regen zunimmt, so werden diese Regen-Abdrücke verwischt, und bald strömt das Wasser auf dem Wege. Nun können wir sehen, in welcher Weise das Wasser abfließt.

156. — Bei genauer Betrachtung zeigt der Weg viele Unebenheiten — an einer Stelle ein langes Geleis, an einer andern einen hervorstehenden Stein und noch vieles andere Unregelmäßige, welches unser Auge nicht leicht entdecken konnte so lange der Weg trocken war, das aber das Wasser sogleich enthüllt. Jede kleine Vertiefung oder Erhöhung wirkt auf die Strömung des Wassers ein. Wir sehen, wie sich die Regentropfen zu kleinen Strömen fließenden Wassers vereinigen, welche den Rinnen folgen, und wie die hervorragenden Steine oder Erdbrocken diese Ströme bald nach der einen, bald nach der andern Seite lenken.

157. — Auf der Höhe des Abhanges sieht man nur schwache Wasserrinnen. Weiter unten werden sie zwar der Zahl nach geringer, aber größer. Sie vereinigen sich im Hinabströmen; die größeren, schnelleren Flüßchen am Fuße des Abhanges bestehen aus einer Anzahl der kleineren von den höheren Stellen.

158. — Dieser abfallende Weg mit seinen verzweigten Regenrinnen, welche hinunterströmen und bei weiterem Vordringen sich zu größeren Flüßchen vereinigen, zeigt uns deutlich, wie der Regen von der schiefen Oberfläche eines Landes abfließt.

159. — Warum rinnt das Wasser den abfallenden Weg hinunter? warum fließen die Ströme? und warum fließen

sie immer nach derselben Richtung? Es geschieht dies aus demselben Grunde, aus dem der Stein auf die Erde fällt, wenn er unserer Hand entgleitet, denn sie stehen unter dem Einfluß der Anziehungskraft des Mittelpunktes der Erde, welche Kraft man Schwere nennt. (Physik, Abschn. 4.) Jeder Regentropfen fällt zur Erde, weil er durch diese Anziehungskraft hinunter gezogen wird. Wenn er den Boden erreicht hat, so steht er noch immer unter demselben Einfluß und er fließt abwärts in den ersten Kanal, den er finden kann. Der Fall aus den Wolken auf die Erde ist direkt und schnell, das Herabsteigen von den Bergen zum Meere als Theil eines Flusses dauert hingegen oft sehr lange; die Ursache der Bewegung bleibt aber in jedem Fall dieselbe. Das Hin- und Herwinden der Ströme, das Rauschen der Stromschnellen, das Brausen der Wasserfälle und das geräuschlose Dahinfließen der tiefen Ströme, das Alles sind Beweise für den großen Einfluß des Gesetzes der Schwere auf die Gewässer der Erde.

160. — Auf diese Weise durch die Schwere abwärts gezogen, beginnt diejenige Regenmasse, welche nicht in die Erde sinkt, den nächsten Abhang hinunter zu fließen und fließt so lange, bis sie nicht mehr weiter kann. Auf der Oberfläche der Erde befinden sich Vertiefungen, Seen genannt, welche einen Theil des fließenden Wassers aufhalten, gerade wie auch auf den Wegen oft kleine Vertiefungen sind, in denen sich etwas Regen ansammelt. Meistens lassen sie das Wasser am untern Ende eben so schnell wieder ablaufen, wie es am obern hereinströmt, und dienen daher nicht als dauernde Behältnisse für das Wasser. Die Ströme, welche aus den Seen kommen, fließen ebenso weiter, wie vorher, indem sie sich ihren Weg bis zum Meere bahnen. So ist also der Lauf aller Flüsse ein abwärts

führender, und das Meer ist das große Behältniß, in welches sich das Wasser des Landes fortwährend ergießt.

161. — Wenn die Oberfläche eines Landes nur ein langer sanfter Rücken, wie das Dach eines Hauses wäre, so würde der Regen schnell zu beiden Seiten in das Meer abfließen. Dies ist aber durchaus nicht die allgemeine Gestalt des Landes. Berge, Hügel, Thäler, Schluchten und Seen geben ihm eine sehr unebene, verschiedenartige Form. Außer diesen gleich in's Auge fallenden Ungleichheiten haben selbst Strecken, welche auf den ersten Blick eben scheinen, manche Abhänge und unebene Stellen; gerade wie wir auf dem Wege manche Unregelmäßigkeiten des Bodens fanden, die erst durch den Regen hervortraten. Das Wasser ist also ein genauer Messer der Höhen und Tiefen eines Landes. Es wird nie eine Anhöhe hinauffließen, sondern sich immer die niedrigste Stelle, welche es finden kann, heraussuchen.

162. — Hieraus folgt, daß der Regen, trotzdem er gleichmäßig über die ganze Fläche einer Gegend fällt, doch nicht gleichmäßig darüber fließen kann, weil der Boden uneben ist und der Regen in die Vertiefungen fließt. In Folge dieser Unebenheiten sammelt sich der Regen zu Bächen und Flüssen.

163. — Die Bäche und Flüsse eines Landes sind also die natürlichen Abzugsgräben, in welchen der Ueberschuß an Regen, den weder der Boden noch die Quellen brauchen, dem Meere zugeführt wird. Bei der jährlichen großen Regenmasse und der unendlichen Zahl von Bächen in den höheren Theilen des Landes scheint es uns im Anfang kaum glaublich, daß alle diese Ströme das Meer erreichen, ohne die niedrigeren Gegenden zu überschwemmen. Dies geschieht aber nicht, denn wenn sich zwei Flüsse zu einem vereinigen, so brauchen sie keinen doppelt so breiten Ka=

nal, wie jeder der früheren. Im Gegentheil, durch eine solche Vereinigung entsteht oft ein Strom, welcher schmäler ist, als jeder einzelne, dagegen wird er schneller und tiefer. Auf diese Weise nehmen tausende von Flüßchen immer weniger Raum ein, wenn sie sich im Herabfließen vereinigen, bis schließlich der Ueberschuß an Wasser einer ganzen Gegend in einem einzigen Flußbett dem Meere zugeführt wird.

164. — Kehren wir noch einmal zu unserem Beispiel von der Straße im Regen zurück. Vom Fuße des Abhanges ausgehend, fanden wir, daß die Regenrinnen schmäler und schmäler wurden, und als wir auf den Gipfel kamen, waren gar keine da. Wenn wir nun die Straße auf der andern Seite des Bergrückens hinunter gehen, so sehen wir auch dort kleine Strömchen, welche nach der entgegengesetzten Richtung fließen. Auf dem Gipfel scheint sich der Regen zu theilen; die eine Hälfte fließt nach der einen Seite, die andere nach der andern.

165. — Ebenso finden wir, wenn wir vom Meer aus einen Fluß hinauffahren, daß er schmäler wird und sich mehr und mehr in Nebenflüsse verzweigt, und daß diese sich wieder in fast endlose kleine Bäche theilen. Schließlich kommen wir zu dem Ursprung einer kleinen Quelle, und wenn wir noch etwas weiter gehen, so erreichen wir den Bergrücken, auf dessen anderer Seite alle Bäche in der entgegengesetzten Richtung fließen. Die Linie, welche zwei Stromgebiete in dieser Weise theilt, nennt man Wasserscheide. Wenn wir auf einer Landkarte eine Linie ziehen, welche alle oberen Wasserläufe des einen Bergrückens von denen des andern trennt, so bezeichnet diese Linie die Wasserscheide des Landes.

166. — In einem wichtigen Punkte ist jedoch das Bei-

spiel vom Wege unzulänglich. Die Wasserrinnen sind nur während oder nach einem starken Regen sichtbar. Sobald der Regen aufhört, beginnt das Wasser aufzutrocknen, und nach kurzer Zeit wird der Weg wieder fest und staubig. Die Bäche und Flüsse hingegen fließen fort, auch wenn es nicht mehr regnet. In der Hitze des Sommers, wenn es längere Zeit nicht geregnet hat, sind sie vielleicht etwas schmäler als im Winter, doch fließen sie noch voll genug dahin. Was erhält sie so voll? Aus dem, was wir über das unterirdische Gewässer gelernt haben, wissen wir, daß die Flüsse ebensowohl durch Quellen, wie durch den Regen gespeist werden.

167. — Wenn auch eine regenlose Zeit andauert, so fahren doch die Quellen fort, ihre Beisteuer von Wasser zu liefern und so die Flüsse im Lauf zu erhalten. Kommt aber eine große Trockenheit, so hören viele Quellen, namentlich die nicht tiefen, auf zu fließen, und die durch sie genährten Bäche werden kleiner oder ganz trocken. Dies ist bei manchen Flüssen in unsern Ländern der Fall, da sie verhältnißmäßig klein sind. Die großen Ströme der Erde dagegen, wie z. B. der Mississippi, durchziehen so große Landstrecken, daß ein bloßer örtlicher Regen oder eine Trockenheit keinen fühlbaren Unterschied in ihrer Wassermenge ausmacht.

168. — In einigen Ländern der Welt sind die Flüsse im Sommer und Herbst breiter, als im Winter und Frühling. Der Rhein z. B. beginnt zu steigen, wenn die Hitze des Sommers wächst, und fällt bei Eintritt des Winters. Dies kommt daher, weil dieser Strom seine Quelle in den Schneebergen der Schweiz hat. Der Schnee schmilzt im Sommer sehr schnell, das von den Bergen strömende Schneewasser findet seinen Weg in die Bäche und Flüsse, welche dadurch sehr anschwellen. Im Winter hingegen bleibt der Schnee unge=

schmolzen; die aus der Luft auf die Berge fallende Feuchtigkeit ist hauptsächlich Schnee, und es ist dort so kalt, daß die Bäche zufrieren. Die Zufuhr von Wasser durch die Quellen ist daher sehr vermindert, und die Flüsse selbst werden in gleichem Maße kleiner.

169. — Wiederholung. — Fassen wir nochmals alles zusammen, was in den vorhergehenden Abschnitten über den Kreislauf des Wassers gesagt worden ist: Von den höchsten Theilen des Landes bis hinunter zum Meere strömt das Wasser immer abwärts. Es verbreitet sich nicht über die ganze Erde, sondern sammelt sich in Rinnen, worin es Ströme bildet, welche sich hin und her winden und sich immer tiefere Gegenden suchen, bis sie sich zuletzt in's Meer verlieren. Aus dem Meere steigt ein Theil des Wassers als Dampf in die Luft, aus der er, zu Regen oder Schnee verdichtet, wieder auf die Erde herabfällt und die Ströme nährt, welche dem Meer zufließen. Dieser Kreislauf setzt sich ohne Aufhören fort.

VII. Bäche und Flüsse. Ihre Arbeit.

170. — Im ersten Abschnitt dieses Büchleins haben wir die Thätigkeit eines Flusses beobachtet. Jetzt wollen wir zu demselben Schauspiel zurückkehren, aber vor dem damals geschilderten Sturm. Der Fluß ist noch nicht von dem plötzlichen und heftigen Regen angeschwollen. Er fließt sanft über sein Kiesbett, vielleicht bedeckt er es nicht einmal ganz, sondern läßt Kiesbänke und Wasserlachen frei, zwischen denen sich der durch Trockenheit kleiner gewordene Fluß durchschlängelt. Der Fluß scheint nichts weiter zu thun, als langsam den Ueberschuß an Wasser vom Lande nach dem Meer zu tragen. Und doch hat er eine bestimmte Arbeit zu thun und thut sie fortwährend.

171. — Wir wissen, daß die Quellen den Flüssen die größte Wassermasse liefern und daß das Quellwasser mehr oder weniger aufgelöste mineralische Bestandtheile enthält. Jeder Fluß trägt also nicht nur Wasser, sondern auch große Mengen mineralischen Stoffes in das Meer. Man hat z. B. ausgerechnet, daß der Rhein in einem Jahre so viel Kalk in die Nordsee schwemmt, daß man daraus dreihundert und zweiunddreißig tausend Millionen Austerschalen machen könnte. Dieser chemisch aufgelöste Stoff ist dem Auge nicht sichtbar und ändert die Farbe des Wassers in keiner Weise. Das ganze Jahr hindurch, so lang das Wasser strömt, werden unsichtbare Theilchen der Gesteine fortgetragen.

172. — Beobachten wir nun noch einmal denselben Fluß, wenn er angeschwollen ist. Das Wasser ist nicht mehr klar, sondern trüb und schmutzig. Wir überzeugten uns schon früher, daß diese Verfärbung von Schmutz und Sand herrührt, welche im Wasser schwimmen. Stunden lang können wir dort stehen und den angeschwollenen, trüben Strom sein Ufer entlang brausen sehen. Während dieser Zeit werden viele Tonnen Kies, Sand und Schlamm an uns vorbeigetragen. Wir sehen, daß der Strom außer mit den chemisch aufgelösten Theilen der Gesteine auch noch mit großen Mengen von anderen sichtbaren Bestandtheilen dem Meere zueilt. So ist es klar, daß das Fortschaffen der zerbröckelten Theile des Landes, welche durch die Quellen oder den Regen dem Flusse zugeführt werden, einen großen Theil seiner Arbeit ausmachen.

173. — Die Flüsse tragen aber auch zu der allgemeinen Zerstörung der Erdoberfläche bei. Hiervon können wir uns leicht überzeugen, wenn wir bei niedrigem Wasserstande die Ufer eines Flusses betrachten. Wo der Strom über harte Gesteine fließt, da sind dieselben ganz geglättet und abgerieben, und die Steine, welche im Wasser liegen, sind alle

mehr oder weniger abgerundet. Als diese Steine durch den Frost oder andere Einwirkungen von den Felsen und Klippen abbröckelten, da waren sie scharf kantig, was wir leicht beweisen können, wenn wir auf die Steinhaufen blicken,



Fig. 10. — Topfhöhlungen, welche durch einen Strom in das Gestein seines Bettes eingegraben wurden.

welche am Fuße einer steilen Klippe liegen. Als sie aber in den Fluß geschwemmt wurden oder hineinfielen, da wurden sie umher gerollt und gerieben bis ihre scharfen Ecken ab=

gestoßen waren, und sie die glatten, runden Formen annahmen, welche wir an den gewöhnlichen Kieseln sehen.

174. — Während die Steine abgerieben werden, reiben diese Steine zu gleicher Zeit die Felsen ab, welche den Boden und die Seiten des Kanals bilden, durch den sie getrieben werden. Wir können in manchen Wirbeln des Stromes sehen, wie die Steine in steter Drehung erhalten werden, bis sie in das feste Gestein tiefe, runde Höhlungen gebohrt haben, welche man Töpfe oder Topfhöhlungen nennt. Wenn das Wasser niedrig steht, z. B. während der Trockenheit des Sommers, liegen manche dieser Aushöhlungen offen und wir können bemerken, wie schön sie geglättet sind. Ihr gewöhnliches Aussehen ist auf Abb. 10 dargestellt.

175. — Es ist klar, daß diesem unaufhörlichen Abnutzen und Zerreiben der Steine im Strombett zwei Ergebnisse folgen müssen. Erstens muß eine Menge Schlamm und Sand entstehen, und dann muß das Flußbett ausgehöhlt werden, so daß es tiefer und weiter wird. Dem Sand und Schlamm fügen sich ähnliche Stoffe hinzu, welche von der zerfallenen Oberfläche des Landes in den Strom geschwemmt werden. Durch das Vertiefen und Erweitern der Strombetten werden oft malerische Formen wie z. B. Schluchten aus dem festen Gestein gehöhlt.

176. — Nachdem wir erfahren haben, warum die Flüsse schlammig sind, wollen wir auch untersuchen, was aus allem Schlamm, Sand, Kies und den Steinblöcken wird, die sie fortwährend weitertragen.

177. — Betrachten wir zur Sommerzeit ein Flußbett. An einer Stelle ist es mit einer Kiesfläche bedeckt, an einer andern mit Sandschichten, während hier und dort ein Felsenstück aus dem Flußbette herausragt. Bei näherer Beobachtung dieser losen Bestandtheile finden wir, daß sie immer

wechseln. Eine Kiesel- oder Sandstelle kann längere Zeit bleiben; die kleinen Steinchen und Körner aus welchen sie besteht, wechseln jedoch immer, indem das Wasser über sie hinfließt und sie in Bewegung setzt. Mit den losen Bestandtheilen, über welche der Strom fließt, geht es in der That ähnlich, wie mit dem Strom selbst. Nach vielen Jahren kommen wir zu seinen Ufern zurück und finden den Fluß noch mit denselben Wellen, Wirbeln und seinem sanften Murmeln. Obgleich der Fluß während der ganzen Zeit da war, so hat sein Wasser doch in jeder Minute gewechselt, wie wir diesen Wechsel noch heute wahrnehmen können. Ebenso ist es mit den losen Bestandtheilen, welche immer den Boden des Bettes mehr oder weniger bedecken, aber doch nie dieselben sind. Sie werden unaufhörlich vorwärts getrieben und andere kommen aus höheren Theilen des Stromes, um ihren Platz einzunehmen.

178. — Auf dem Grund der Flüsse können also die von der Oberfläche des Landes abgebröckelten Theile keine bleibende Stätte finden. Dagegen entledigen sich die Flüsse, während sie weiter strömen, einer großen Menge dieser Bestandtheile längs ihrer Ufer. Vielleicht haben wir schon oft bemerkt, daß die Ufer eines Flusses von einer flachen Ebene gebildet sind, deren Oberfläche nur wenige Fuß über dem Wasserspiegel liegt. Viele unserer Flüsse haben solche Ufer und scheinen sich durch eine lange wiesenartige Ebene zu schlängeln. Diese Ebene besteht thatsächlich aus den feineren Theilchen der zerstörten Gesteine, welche der Fluß mitgeführt hat. Während eines hohen Wasserstandes steigt der angeschwollene und schlammige Fluß über seine Ufer und breitet sich auf der flachen Ebene zu beiden Seiten aus. Sobald dies geschieht, bewegt sich das überfließende Wasser langsamer über die Flächen; da aber der Fluß bei langsamer

Strömung nicht so viel Sand und Schlamm fortschwemmen und tragen kann, so setzt er manche dieser Bestandtheile auf dem Grunde ab. Auf diese Weise werden die überschwemmten Theile durch den Fluß mit einer Erdschicht überzogen, und wenn das Wasser sinkt, hat sich die Ebene um diese Schichte erhöht. Dasselbe geht Jahr für Jahr vor, bis die Ebene allmälig so sehr erhöht ist, daß der Fluß, welcher unterdessen auch sein Bett vertieft hat, sie selbst während der höchsten Flut nicht überschwemmen kann. Im Laufe der Zeit schneidet der sich von Seite zu Seite windende Fluß Streifen der Ebene ab, und bildet neue tiefer liegende Ufer. So entsteht eine Reihe von Terrassen, welche stufenweise über dem Fluß aufsteigen.

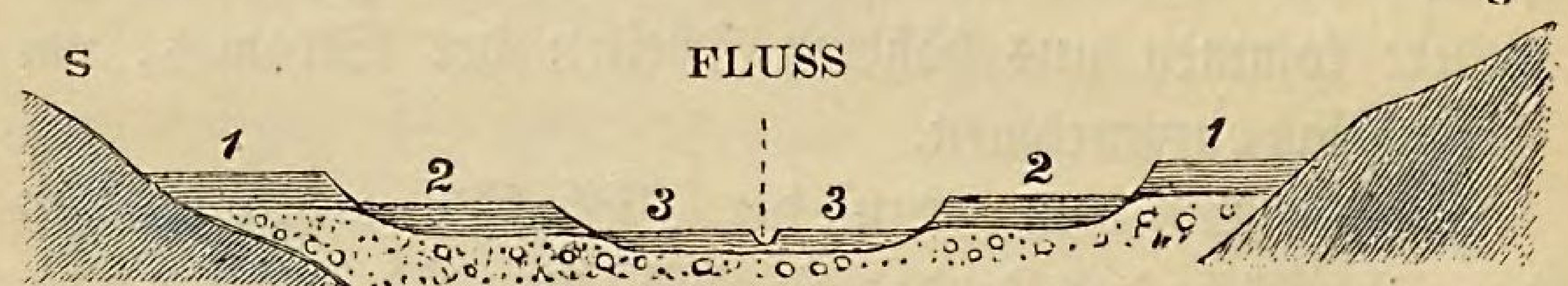


Fig. 11. — Queerdurchschnitt eines Flußbettes mit den übereinander lagernden Terrassen (1. 2. 3.) von Sand, Erde und Kies.

179. — Mit der Ablagerung von Sand und Schlamm und der dadurch bedingten Bildung einer oder mehrerer dieser Terrassen entledigt sich jedoch der Fluß nur zeitweilig dieser Masse. Die Letztere kann immer noch leicht fortgeschwemmt werden, und wird in der That in dem Maße beständig fortgeschwemmt, als der Fluß an seinen Ufern nagt.

180. — Wenn die Strömung eines Flusses bei dessen Mündung in das Meer oder in einen See langsam wird, so hat das schwache Fließen des Wassers zur Folge, daß sich Sand und Schlamm auf dem Boden ablagert. Allmälig werden auf diese Weise manche Theile des Grundes bis zur Oberfläche des Wassers angefüllt und es entstehen zu beiden Seiten des Hauptstromes seichte und sumpfige

Stellen. Während der Ueberschwemmungen sind diese Stellen eben so von schlammigem Wasser überschwemmt, wie die vorher geschilderten Ebenen des Thals, und es setzen sich so lange Schlamm oder Sandschichten auf ihnen ab, bis sie sich über die Oberfläche des Stromes erheben, welcher sich in unzähligen Verzweigungen hindurch windet. Auf diesem



Fig. 12. — Delta des Mississippi.

flachen Sumpfland beginnen Pflanzen zu wachsen, auch Thiere finden darauf Nahrung und Obdach, und so entsteht durch die Arbeit des Stromes eine neue Landstrecke.

181. — Diese flachen, durch den Strom entstandenen Strecken werden Deltas genannt, weil das des Nils, welches im Alterthum am bekanntesten war, die Gestalt des griechi-

schen Buchstaben Δ (Delta) hatte. Dies ist die Form, welche die Ansammlungen an den Mündungen der Flüsse gewöhnlich annehmen. Das flache Delta wird nach dem Lande zu schmal und gegen das Meer hin breiter. Einige sind außerordentlich groß, z. B. das Delta des Mississippi.

182. — Jedes Delta besteht also aus Theilen, die von der Oberfläche des Landes abgebröckelt sind und vom Fluß herangeschwemmt wurden. So ausgebreitet einige dieser Deltas sind, so enthalten sie doch noch nicht alle abgebröckelten Theile. Eine große Menge derselben wird weit hinaus in das Meer getragen und dort auf dem Grunde abgelagert, denn das Meer ist das große Becken in welches die Trümmer des Landes fort und fort getragen werden.

VIII. Schneefelder und Gletscher.

183. — Nachdem wir den Lauf des Wassers, welches als Regen auf die Erde fällt, verfolgt haben, kommen wir nun zu dem des Schnees. (Abschn. 92.)

184. — Auf den Gipfeln von vielen der höchsten Berge Deutschlands liegt während eines großen Theils des Jahres Schnee. Auf manchen Bergen gibt es schattige Klüfte, in denen wir selbst im heißen Sommer Schnee finden, denn nur an solchen kühlen geschützten Stellen hält sich der Schnee, ohne zu schmelzen.

185. — Aber in andern Theilen von Europa, wo die Berge noch höher sind, erglänzen die Gipfel derselben von ewigem Schnee. Kaum macht irgend etwas auf der Welt einen größeren Eindruck auf uns, als die Stille und Größe dieser hohen Schneeregionen. Von den Thälern aus gesehen, erscheinen die Berge so groß und entfernt, so weiß und rein, und dabei strahlen sie so herrlich alle Farben

wieder, welche am Morgen- oder Abendhimmel glühen, daß es uns vorkommt, als gehörten sie eher zum Himmel als zur Erde. Aber erst wenn wir sie ersteigen, haben wir den vollen Genuß ihrer wundervollen Pracht. Die Gipfel und Spitzen heben sich in blendender Weiße am dunkelblauen Himmel ab, ein purpurner Schatten liegt auf ihnen oder es ragt eine Spitze des dunkeln Gesteins aus dem weißen Mantel heraus, welcher weit und breit seine schweren Falten über Bergrücken und Abhänge ausbreitet und lange, blaue Eiszungen bis in die Wiesen und Weingärten der Thäler hinunterstreckt. In diesen hohen Eisregionen herrscht tiefes Schweigen. Hie und da bringt ein Windstoß aus weiter Ferne das Geräusch eines Wasserfalls oder das Tosen eines Stromes. Zu Zeiten ertönt auch ein lautes Krachen wie Donner, wenn eine gelockerte Schnee- oder Eismasse (Lawine) den Abhang hinunterstürzt. Diese Geräusche machen aber, wenn sie vorüber sind, die Stille nur noch tiefer.

186. — Nun wollen wir untersuchen, warum in solchen Regionen ewiger Schnee vorkommt und welche Rolle dieser Schnee in der allgemeinen Einrichtung der Welt spielt.

187. — Schon früher (Abschn. 96) haben wir gelernt, daß die höheren Schichten der Atmosphäre sehr kalt sind. Ferner wissen wir auch, daß weit im Norden und Süden, an den zwei entgegengesetzten Punkten der Erdoberfläche, den sogenannten Polen, das Klima so kalt ist, daß sich dort öde Eis- und Schneeflächen ausbreiten, wo Meer und Land gefroren sind, und wo die Hitze des Sommers nicht genügt, um alles Eis zu thauen und den Schnee zu schmelzen. Wo sich zwischen diesen zwei kalten Polargegenden Berge hoch genug erheben, um in die hohen Schichten der Atmosphäre, in denen die Temperatur immer unter dem Gefrierpunkt ist, zu ragen, da fällt der in der Luft verdichtete

Dampf nicht als Regen, sondern als Schnee auf sie herab. Ihre Häupter und höchsten Abhänge sind daher immer mit Schnee bedeckt. In solchen hohen Gebirgsregionen schmilzt die Sommerhitze den Schnee wohl von den niedrigeren Hügeln weg, die höheren Gegenden bleiben aber noch mit demselben bedeckt. Von Jahr zu Jahr bemerkt man, daß es eine Linie oder Grenze gibt, unter welcher der Boden vom Schnee befreit ist und über welcher der Schnee liegen bleibt. Diese Grenze wird die Schneelinie oder die Grenze des ewigen Schnees genannt. Ihre Höhe wechselt in den verschiedenen Theilen der Welt. Sie ist am höchsten in den Gegenden zu beiden Seiten des Aequators, wo sie eine Höhe von 4,500 Meter über dem Meere erreicht. Anderseits nähert sie sich in den kalten Polarländern dem Meeresspiegel. Mit andern Worten, während in den Polargegenden das Klima so kalt ist, daß man selbst nahe am Meere Schnee findet, sind die Länder am Aequator so warm, daß man viele tausend Meter steigen muß, ehe man die kalten Luftschichten erreicht, wo der Schnee das ganze Jahr liegen bleiben kann.

188. — Wir haben wohl schon ein Schneegestöber beobachtet und gesehen, wie erst einige Flocken durch die Luft fliegen, wie sie allmälig zahlreicher und größer werden und die Erde weiß zu werden beginnt, und wie schließlich nach einigen Stunden die ganze Gegend unter einer weißen Hülle von vielleicht 20 Centimeter Dicke begraben liegt. Hier bemerken wir schon einen auffallenden Unterschied zwischen Regen und Schnee. Wenn es eben so lange geregnet hätte, so würden die Wege und Felder noch sichtbar sein, denn jeder Regentropfen würde, anstatt dort liegen zu bleiben, wo er hinfiel, entweder in die Erde gesickert oder in den nächsten Bach ge-

flossen sein. Hingegen bleibt jede Schneeflocke dort liegen, wo sie hinfällt, bis sie vielleicht zufällig vom Wind aufgeweht und nach einer andern Stelle getrieben wird, wo sie bleiben kann. Der Regen verschwindet so schnell wie möglich vom Boden, während der Schnee liegen bleibt, so lang er kann.

189. — Dieser bedeutende Unterschied zwischen Regen und Schnee hat eine ebenso starke Verschiedenheit im weiteren Verhalten dieser zwei Arten von Flüssigkeit zur Folge. Wir haben den Verlauf des Regens verfolgt und wollen nun versuchen herauszufinden. was aus dem Schnee wird.

190. — In Gegenden, wo es keinen ewigen Schnee gibt, können wir diese Frage ohne große Schwierigkeiten beantworten. Jeder Schneefall bleibt im Winter so lange liegen, als die Luft nicht warm genug ist, um ihn zu schmelzen. Zwar findet ebenso wohl von der Oberfläche des Schnees und Eises, wie von der des Wassers Verdunstung statt, so daß eine Schneeschicht schließlich verschwindet, indem sie von der Luft als Dampf aufgesogen wird, ohne daß sie vorher in fließendes Wasser zerschmolzen ist. Hauptsächlich wird der Schnee aber durch das, was wir Thauen nennen, gänzlich aufgelöst, das ist: durch ein Steigen der Temperatur und ein in Folge dessen eintretendes Schmelzen des Schnees. Wenn der Schnee schmilzt, dringt er in die Erde und fließt in Bäche ab, gleich dem Regen. Seinen weiteren Verlauf brauchen wir nicht zu verfolgen, da es derselbe wie beim Regen ist. Nur ist noch zu beachten, daß, wenn ein heftiger Schneefall schnell thaut, sich dann eine große Wassermenge über die Gegend ergießt und die Bäche und Flüsse sich rasch füllen. Durch das plötzliche Steigen der

Ströme und das Ueberschwemmen ihrer Ufer werden große Zerstörungen verursacht.

191. — In den Regionen des ewigen Schnees kann die Sommerhitze nicht allen Schnee, der im Laufe des Jahres fällt, wegschmelzen. Welchen anderen Ausweg findet denn aber die gefrorene Flüssigkeit? Daß sie irgend welche Mittel haben muß, um von den Bergen fort zu gelangen, ist klar genug, denn wenn dies nicht der Fall wäre, und sie sich dort von Jahr zu Jahr, von Jahrhundert zu Jahrhundert ansammeln sollte, so würden die Berge zu mächtigen Schneemassen anwachsen, welche weit in den Himmel reichten und sich nach allen Seiten so ausbreiteten, daß sie nach und nach die angrenzenden Niederungen zudecken würden. Aber nichts dieser Art geschieht. Die ernsten schneeigen Höhen tragen von Jahrhundert zu Jahrhundert dasselbe unveränderte Aussehen. Es kommt nicht vor, daß ihre wohlbekannten Formen unter der Masse des fortwährend fallenden Schnees verschwinden.

192. — Wir entsinnen uns, daß der Ueberschuß des Regens durch die Bäche und Flüsse abfließt. Der Ueberschuß des Schnees über der Schneegrenze hat einen ähnlichen Abfluß. Er fließt durch die sogenannten Gletscher ab.

193. — Wenn sich eine beträchtliche Lage von Schnee angesammelt hat, so preßt das Gewicht der oberen Schichten die unteren zu einer festen Masse. Die Oberfläche des Bodens ist gewöhnlich nach einer Richtung abgeschrägt und selten ganz flach. Auf den hohen Bergen sind die Abhänge sogar oft sehr steil. Wenn sich der Schnee auf schiefem Boden hoch ansammelt, so kommt eine Zeit, wo die Schwerkraft die Neigung des gepreßten Schnees, zu bleiben wo er ist, überwältigt, und der Schnee beginnt langsam den Abhang hinunter zu gleiten. Von einem Abhang geht er auf

den nächsten über, gewöhnlich holen ihn andere rutschende Massen von benachbarten Abhängen ein, bis sich alle zu einer langen Zunge vereinigen, welche langsam im Thal vorrückt bis zu einem Punkte, wo sie schmilzt. Diese Zunge aus den Schneefeldern ist der Gletscher. Er befreit wirklich diese Schneefelder von ihrem Ueberfluß an Schnee, ebenso wie ein Fluß das überschüssige Wasser aus einer Gegend ableitet.

194. — Aber der Gletscher, welcher aus den Schneefeldern herausragt, besteht nicht aus Schnee, sondern aus Eis. Der Schnee wird beim Abwärtsrutschen zu Eis zusammengepreßt. Wir lernten schon, daß jede Schneeflocke aus kleinen Eiskrystallen besteht. Eine Masse Schnee ist also nur eine große Menge von winzigen Eiskrystallchen mit Luft in den Zwischenräumen. Wenn also der Schnee zusammengepreßt wird, so muß die Luft entweichen und die bis dahin getrennten Krystalle gefrieren zu einer festen Masse zusammen. Wir wissen, daß man einen Schneeball durch festes Drücken zwischen den Händen sehr fest machen kann. Je fester wir ihn drücken, desto härter wird er. Wir thun mit dem Schneeball gerade dasselbe, was mit dem Gletscher aus dem ewigen Schnee geschieht. Wir pressen die Luft heraus und setzen dadurch die kleinen Eistheilchen in Stand, zu einem festen Eisstück zusammenzufrieren. Doch vermögen wir nicht alle Luft herauszupressen, nach allen unsern Anstrengungen sieht er wegen der in ihm eingeschlossenen Luft noch weiß aus. Auf den Schneefeldern ist der Druck natürlich weit größer: die Luft wird mehr und mehr herausgepreßt, bis zuletzt der Schnee zu klarem, durchsichtigem Eis wird.

195. — Ein Gletscher ist also ein, nicht aus Wasser, sondern aus Eis bestehender Fluß, welcher von den Schnee-

feldern herabkommt. Er steigt manchmal weit über die Schneelinie herunter, indem er langsam im Thale vorrückt, welches ihn zu beiden Seiten begrenzt. Seine Oberfläche schmilzt im Sommer den Tag über, und es fließen Ströme klaren Wassers in den Spalten; dieselben gefrieren jedoch, wenn die Nacht kommt. Zuletzt erreicht er einen Punkt

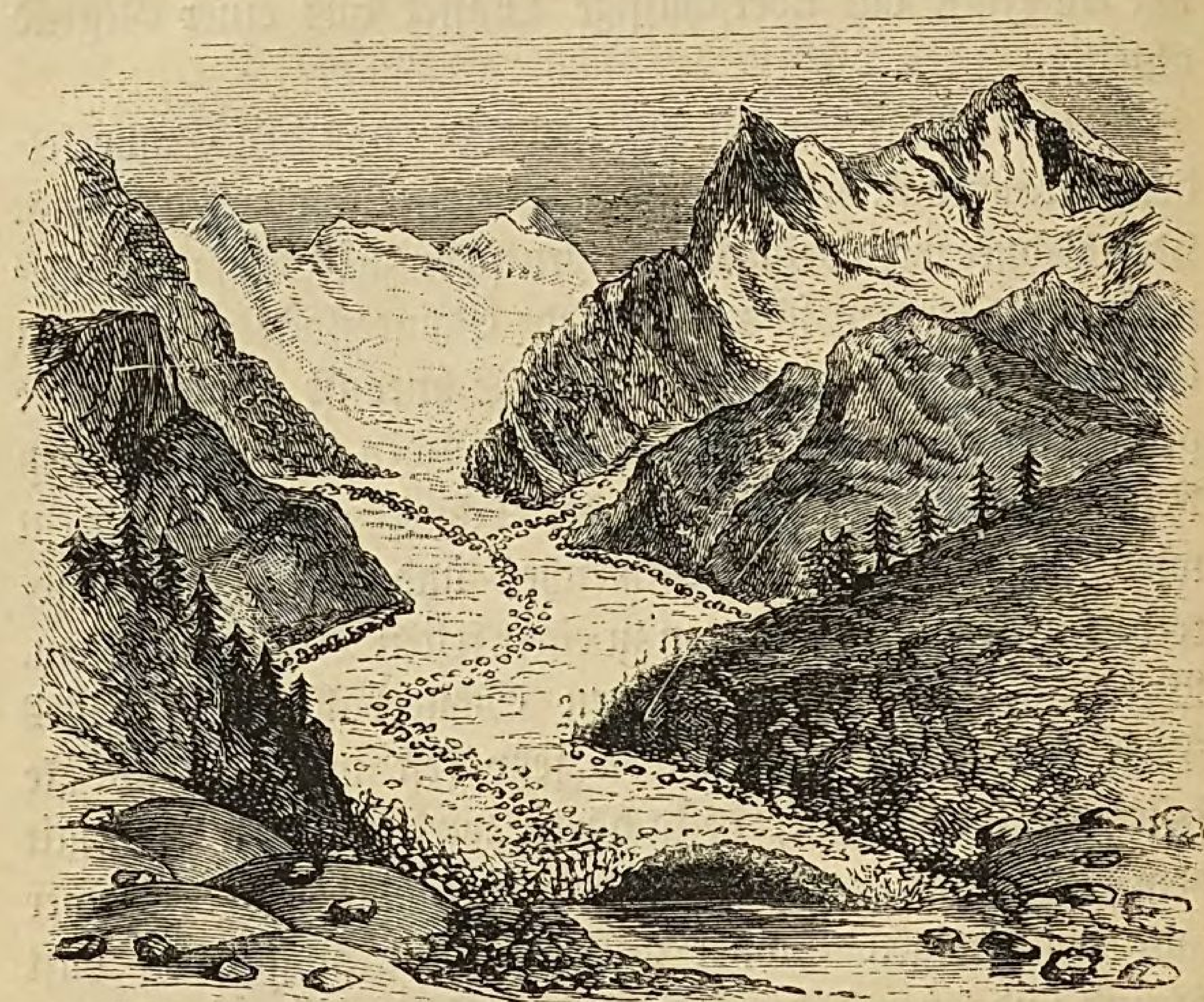


Fig. 13. — Ansicht eines Gletschers mit seinen Moränen und dem aus ihm entspringenden Flusse.

im Thale über den er nicht hinaus kann, denn die Wärme der Luft schmilzt das Eis, sobald es vordringt. Hier endet der Gletscher; und an seinem Endpunkt entspringen Bäche von schmutzigem Wasser, die sich zu einem rauschenden Strom vereinigen und den Abfluß von den hohen Schneefeldern das Thal hinab tragen.

196. — Auf dem beistehenden Holzschnitt (Abb. 13) sind einige der Haupteigenthümlichkeiten eines Gletschers dargestellt. In der Ferne erheben sich die schneeigen Höhen, zwischen welchen die Schneefelder liegen.

Von jeder Seite wird der Schnee in das Hauptthal geleitet, wo er den Gletscher bildet, welcher allen Windungen des Thales folgt, bis er, wie wir sehen, plötzlich endet, während aus der Grenze des schmelzenden Eises ein Fluß herausströmt.

197. — Ein Fluß nutzt die Seiten und den Boden seines Thales ab und gräbt sich sowohl im härtesten Gestein als auch im weichsten Boden selbst sein Bett (Abschn. 173). Er schwemmt auch eine große Menge Schlamm, Sand und Steine vom Land in das Meer (Abschn. 172). Ein Gletscher thut dasselbe, jedoch in ganz anderer Weise.

198. — Wenn Steine in einen Fluß fallen, so sinken sie auf den Grund und werden dort durch die Strömung fortgetrieben. Kommt Schlamm in einen Fluß, so bleibt er im Wasser schweben und wird weiter getragen. Das Eis eines Gletschers ist jedoch eine feste Masse. Steine und Schmutz, welche darauf fallen, bleiben auf der Oberfläche liegen und werden mit der ganzen Masse des sich bewegenden Gletschers vorwärts getragen. Sie bilden, wie auf Abb. 13 zu sehen ist, auf dem Gletscher lange Reihen von Schutt oder Geröll, welche man Moränen nennt. Oft zerbricht auch das Eis in tiefe Spalten und öffnet sich in gähnende Klüfte. Diese nehmen dann oft ein gutes Theil der Steine und Erde auf, welche durch den Frost oder andere Ursachen von den Seiten des Thales abgelöst worden sind. Auf solche Weise fällt diese lose Masse auf den Grund des Eises und erreicht den festen Boden des Thales,

über den sich das Eis bewegt, während zu gleicher Zeit ähnlicher Schutt an der Grenze zwischen dem Eis und den Seiten des Thales hinuntertreibt.

199. — Die zwischen dem Eis und dem Gletscherboden eingeklemmten Steine und Sandkörner zerkratzen diesen Felsenboden und schneiden in denselben ein. Sie bilden eine Art von grobem, glättendem Pulver, durch welches der Gletscher unablässig den Boden und die Seiten seines Bettes abreibt. Wenn wir unter das Eis kriechen oder einen Blick auf eine Stelle werfen, die von Eis frei ist, finden wir die Oberfläche der Gesteine ganz abgerieben und mit langen Ritzen und Schrammen bedeckt, welche die scharfen Kanten der Steine und des Sandes hinein-

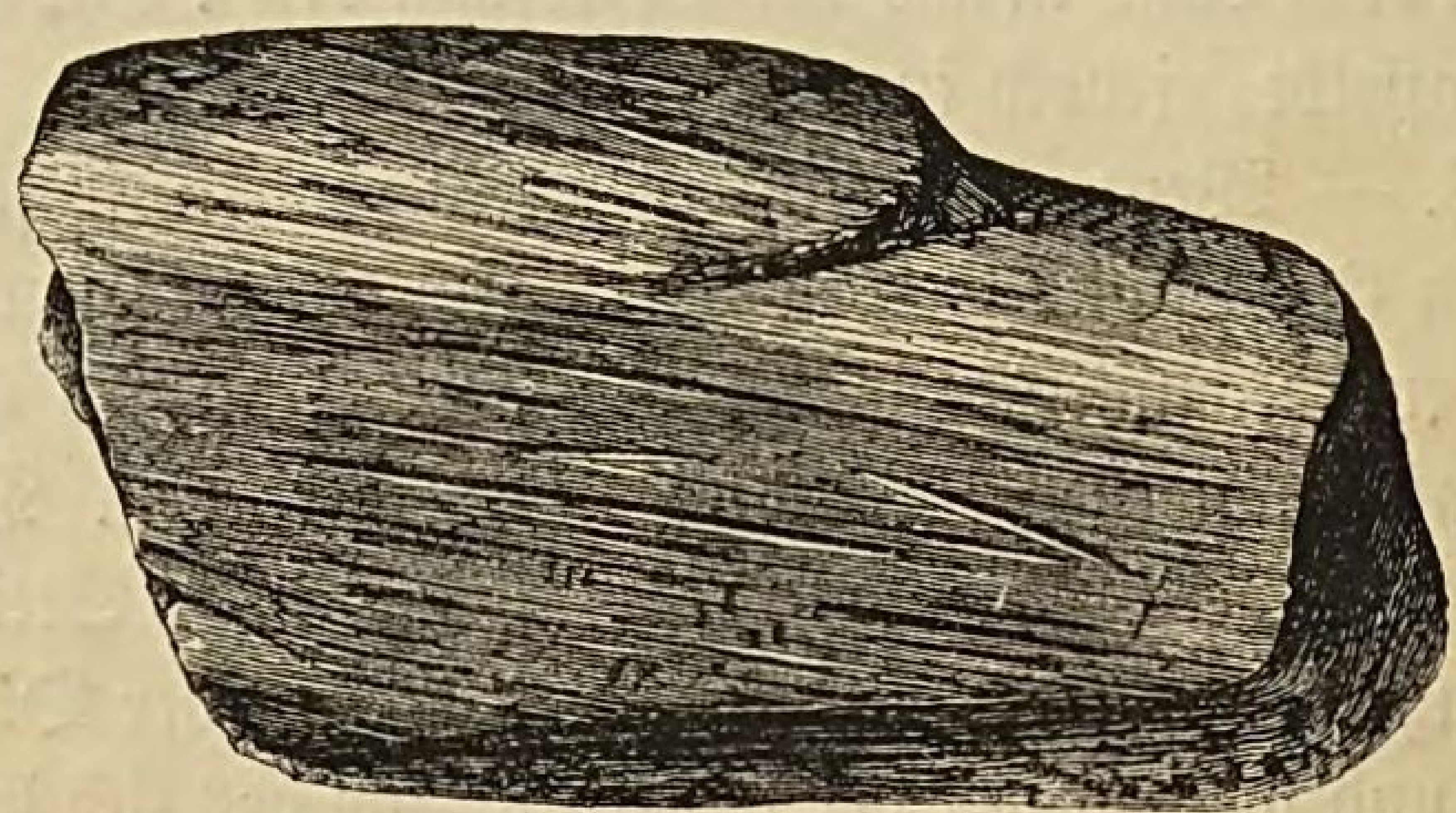


Fig. 14. — Loser, unter dem Gletschereise geschliffener und gekratzter Stein.

gekratzt haben. Einige von den durch das Eis abgenutzten und gerundeten Blöcken sind im Vordergrunde auf Abb. 13 sichtbar.

200. — Jetzt begreifen wir, warum der am Ende des Gletschers entspringende Fluß immer schmutzig ist. Der ganze Boden des Gletschers ist mit Steinen belegt, welche den darunterliegenden Felsenboden zerkratzen und abnutzen. Auf diese Weise wird eine große Menge Schlamm hervorge-

bracht, welcher von den Wasserströmen, die unter dem Eise in Kanälen abfließen, weitergetragen wird und schließlich in den schmutzigen Strömen wieder auftaucht, die am Gletscherende unter dem Eise hervorbrechen.

201. — Ein Gletscher ist nicht nur geschäftig, sich selbst ein Bett durch die Berge zu graben; er trägt auf seinem Rücken ungeheuer große Mengen von Gesteinen und Erde, welche von den Abhängen an den Seiten heruntergefallen sind. Auf diese Weise können Felsblöcke von der Größe eines Hauses Meilen weit fortgetragen werden und bleiben dort liegen, wo das Eis schmilzt. Auf dem folgenden Holzschnitt (Abb. 15) haben wir eine Abbildung von einer dieser mächtigen Steinmassen. Viele tausend Zentner loser

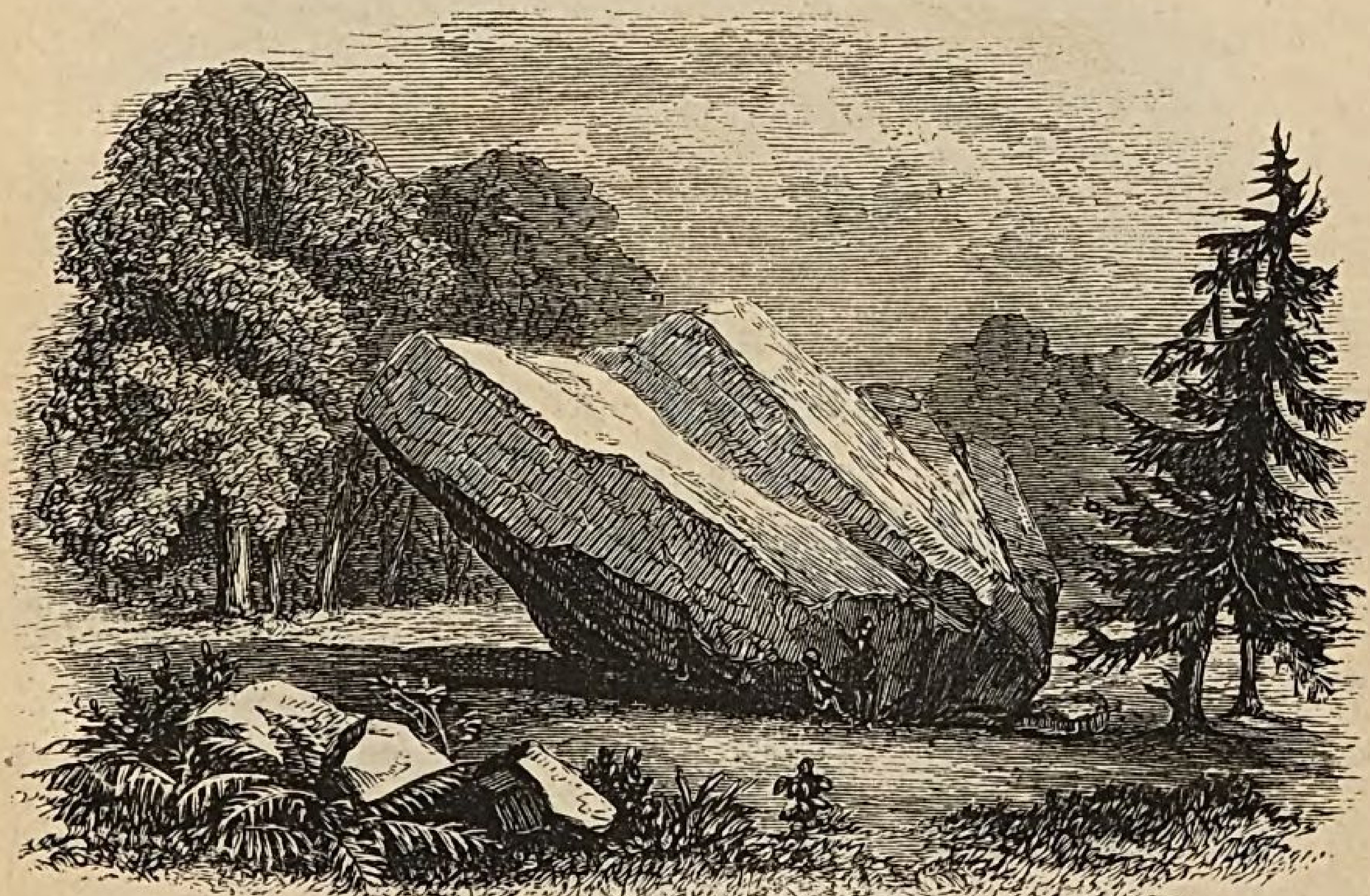


Fig. 15. — Erratischer oder Findlings-Block, durch einen alten Gletscher aus den Alpen in das Juragebirge gebracht.

Steine und Schlamm werden alljährlich auf dem Eis von den fernen Schneebergen in die Thäler hinuntergebracht, bis wohin die Gletscher reichen.

202. — Die größten Gletscher der Welt sind die der Polarregionen. Nordgrönland liegt thatsächlich unter einem großen Gletscher begraben, welcher lange Eiszungen in die Thäler und in das Meer hinausstreckt. Wenn ein Gletscher in das Meer vordringt, so brechen Stücke davon ab und schwimmen als Eisberge hinweg (Abb. 16). Die Gletscher dieser kalten Gegenden sind so ungeheuer groß, daß die von ihnen abbrechenden Eisberge sich gegen hundert Meter hoch über die Wellen, welche sie umspielen, erheben. Trotzdem befindet sich in allen diesen Fällen

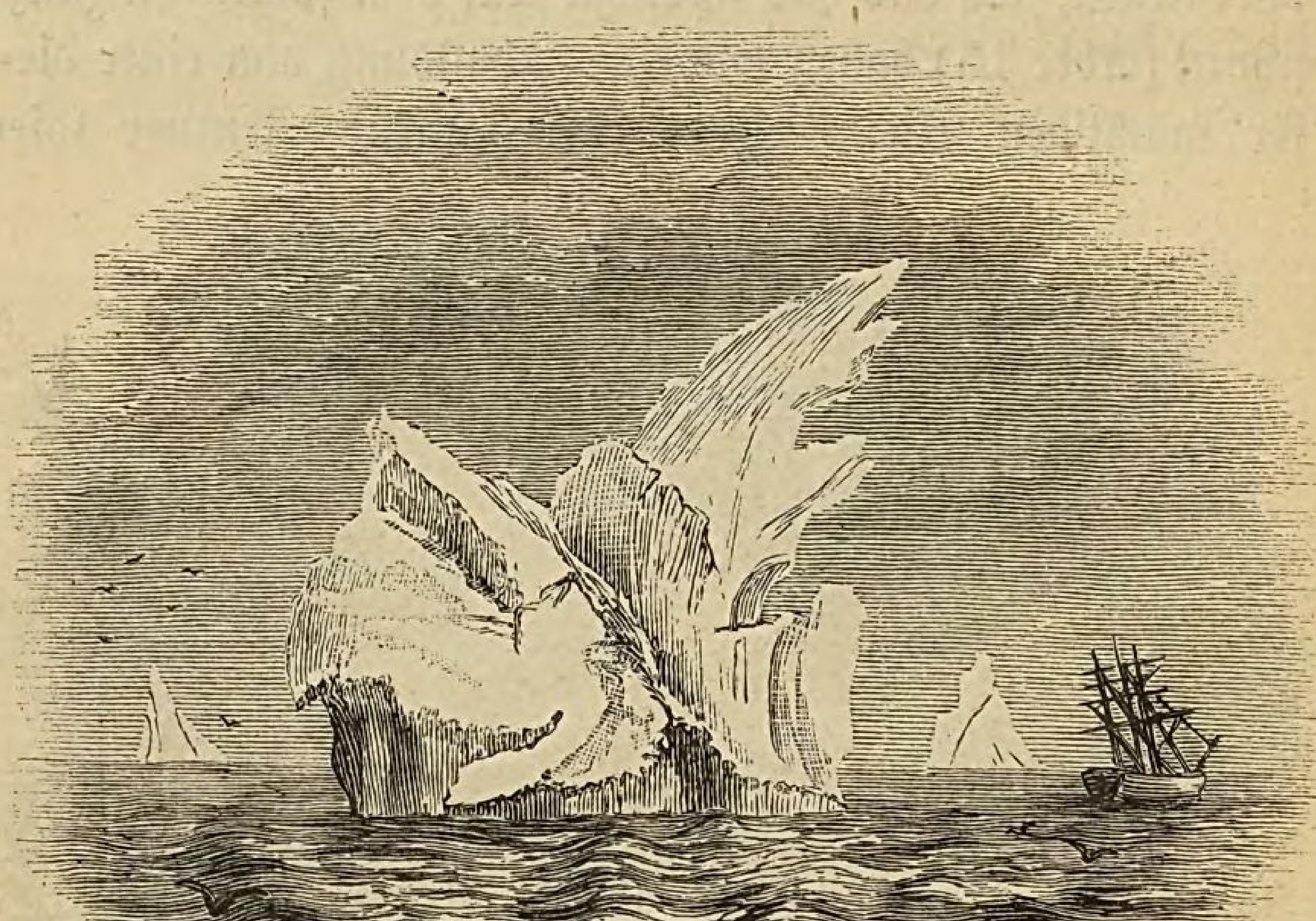


Fig. 16. — Eisberg im Meer.

noch ungefähr sieben Mal so viel Eis unter dem Wasser, als über dem Wasser herausragt. Wir können uns eine Vorstellung hiervon machen, wenn wir ein Stück Eis in ein Gefäß mit Wasser thun, und beobachten, wie viel davon aus dem Wasser heraussieht. Die in das Meer ge=

rathenen Eisberge treiben hin und her bis sie schmelzen, was oft viele hundert Meilen von dem Gletscher, auf dem sie entstanden, vor sich geht.

203. — Die Ausdehnung der Gletscher war einst, etwa vor 100,000 oder 200,000 Jahren, eine viel mächtigere als heute. In der Schweiz überbrückte sie die große Einsenkung zwischen Alpen und Jura. Großbrittannien und Scandinavien waren in ähnlicher Weise von ihnen bedeckt, wie heute Grönland, und die norddeutsche Ebene hat zahlreiche Zeugen dieser Periode unserer Urzeit in den über sie zerstreuten Findlings-Blöcken. Man darf annehmen, daß sie auf schwimmenden, von den scandinavischen Gletschern abgelösten Eisbergen in das seichte Meer getragen wurden, welches damals Norddeutschland bedeckte.

Das Meer.

I. Gruppirung des Meeres und Landes.

204. — Da wir auf dem Festlande leben und mit den verschiedenen Formen, welche seine Oberfläche annimmt, wie Berge, Thäler, Ebenen, Hügel u. s. w. vertraut sind, sind wir leicht geneigt, zu glauben, daß das Land den Hauptheil der Erdkugel bildet. Viele von uns, welche im Innern des Landes leben, haben noch nie eine größere Wasserfläche gesehen, als einen See oder Teich. Gehen wir aber aus dem Innern Deutschlands immer nordwärts, so kommen wir schließlich an die Grenze des Landes und finden eine weite Wasserfläche vor uns. Wenn wir auf einem Schiff hinausführen, so würden wir in dieser Wasserfläche andere Länder finden, wie Rügen in der Ostsee und Helgoland in der Nordsee, welche von allen Seiten vom Wasser umspült sind und welche man Inseln nennt.

205. — Wir wollen annehmen, daß wir, anstatt um diese Inseln herumzusegeln, was wir leicht in einigen Tagen thun könnten, von der Nordsee aus gerade westlich steuerten. Da müßten wir mehr als fünfhundert Meilen auf dem Meere fahren, ehe wir wieder Land erreichten. Oder wenn wir unser Schiff mehr nach Süden richteten, so könnten wir Monate lang fahren, bis wir an die Eisküsten der Länder kämen, welche am Südpol liegen. Auf diese Weise würden wir lernen, welch große Fläche der Erdkugel vom Wasser eingenommen wird.

206. — Man hat festgestellt, daß das Wasser ungefähr dreimal so viel Raum auf der Erdoberfläche einnimmt, als das Land. Männer, welche die Welt umsegelt und sie nach vielen Richtungen durchkreuzt haben, brachten uns die Kunde von den Größenverhältnissen des Landes und des Wassers.

207. — Nehmen wir einen Schulglobus und drehen ihn langsam um seine Achse. Beim ersten Blick sehen wir, daß die Oberfläche des Wassers viel größer ist, als die des Landes. Wir können aber noch weit interessantere Dinge über die Vertheilung von Land und Wasser sehen.

208. — Wir finden zunächst, daß das Wasser eine zusammenhängende Masse bildet, welche wir das Meer nennen. Das Land hingegen ist vielfach durch das Meer unterbrochen. Manche Theile sind ganz von der Hauptmasse abgeschnitten, so daß sie Inseln im Meere bilden. England z. B. ist eines dieser abgeschnittenen Landstücke.

209. — Zweitens kann unserem Auge auch nicht entgehen, daß auf der Nordseite des Aequators weit mehr Land liegt, als auf der Südseite. Wenn wir den Globus so drehen, daß unser Blick gerade auf die Seite fällt, wo Hamburg oder London liegt, so finden wir, daß wir das meiste Land übersehen können; drehen wir ihn gerade herum und

blicken auf die Gegend von Neuseeland, so sehen wir den größten Theil des Meeres. Hamburg und London stehen also ungefähr im Mittelpunkt der Landhalbkugel, in der Mitte der Länder der Erde.

210. — Drittens bemerken wir, daß durch die Lage der Landmassen manche Theile des Meeres weit von einander getrennt sind. Diese Landmassen nennt man **Festland** und die dazwischen liegenden, weiten Wasserflächen **Oceane**. Wir müssen uns vorstellen, daß die Oberfläche der Erde uneben ist; an manchen Stellen erheben sich breite Rücken und Erhöhungen, an anderen sind weite Höhlungen und tiefe Becken. In diese Höhlungen hat sich das Meer gesammelt, und jene erhöhten Theile, welche über den Meeresspiegel herausragen, bilden das Land.

211. — In den vorhergehenden Abschnitten dieses kleinen Buches ist das Meer oft erwähnt worden. Wir lernten, daß die Feuchtigkeit in der Luft zum großen Theil aus dem Meer aufsteigt, daß die Flüsse des Landes fortwährend demselben großen Behälter zuströmen, welcher auch alle Erdbestandtheile und Steine aufnimmt, die von der Oberfläche des Landes abgeschwemmt werden.

Untersuchen wir nun näher einige der Haupteigenschaften des Meeres.

II. Warum ist das Meer salzig?

212. — Wenn wir das Wasser des Meeres untersuchen, so finden wir, daß es sich von dem Wasser auf dem Lande insofern unterscheidet, als es salzig ist. Es enthält etwas, was wir im gewöhnlichen Quell- oder Flußwasser nicht bemerken. Wenn wir einen Tropfen klares Quellwasser nehmen und ihn auf einer Glasplatte verdunsten lassen, so

finden wir, daß er keine Spur zurückläßt. Das Quellwasser enthält, wie wir schon wissen (Abschn. 117), immer einige aufgelöste Mineralstoffe; da dieselben nicht verdunsten können, bleiben sie zurück, wenn alles Wasser verschwunden ist. Doch enthält ein einziger Tropfen davon eine so geringe Menge, daß sie, wenn der Tropfen vertrocknet ist, keine sichtbare Spur zurückläßt. Nun wollen wir aber einen Tropfen Meerwasser nehmen und ihn verdunsten lassen. Es bleibt eine kleine weiße Schicht zurück, und wenn wir sie unter das Mikroskop bringen, so sehen wir, daß sie aus zarten Krystallen von gewöhnlichem oder Meersalz, vermischt mit anderen, meistens Gipskrystallen, besteht.

213. — Woher kommt nun diese Menge Mineralstoff im Meer? Es ist wahrscheinlich, daß das Meer von Anfang an salzig war, seit es sich aus der Atmosphäre von Gas und Dampf, welche die Erde umgab, verdichtete. Ohne Zweifel war Salzdampf in dieser ursprünglichen heißen Atmosphäre im Ueberfluß vorhanden.

214. — Aber das Meer empfängt auch Salz von dem Festlande. Es ist schon erwähnt worden (Abschn. 125, 132), daß das Wasser sowohl unter als auf der Erde in den Gesteinen verschiedene Mineralstoffe auflöst, unter denen Salz einer ist. Das Wasser der Quellen und Flüsse enthält also Salz, und dieses wird in das Meer getragen; so daß auf der ganzen Welt im Laufe eines Jahres eine große Menge Salz dem Meere zugeführt wird.

215. — Das Meer verliert durch Verdunstung eben so viel Wasser als ihm durch den Regen und die Flüsse zugeleitet wird. Das in das Meer getragene Salz bleibt jedoch zurück. Wenn wir salziges Wasser verdunsten lassen, so verschwindet nur das reine Wasser und das Salz bleibt. Ebenso ist es mit dem Meere. Die Ströme tragen täglich frisches Salz

in das Meer, und jeden Tag erheben sich Millionen Tonnen Wasser aus dem Meer als Dampf in die Luft. Demnach muß das Wasser des Meeres allmälig salziger werden. Der Vorgang geht aber sehr langsam von Statten.

216. — Obgleich das Meerwasser wahrscheinlich im Laufe der Jahrtausende immer salziger wurde, so ist es immer noch nicht so salzig als es sein könnte. Im atlantischen Ocean beträgt z. B. die ganze Menge der verschiedenen Salze nur 3 ½ Theile in 100 Theilen Wasser. Im todten Meer jedoch, welches außerordentlich salzig ist, kommen 24 Theile Salz auf 100 Theile Wasser.

III. Die Bewegungen des Meeres.

217. — Wenn wir an der Meeresküste stehen und die Oberfläche des Meeres beobachten, so sehen wir, wie ruhelos es ist. Selbst am ruhigsten Sommertag sind kleine, krause Wellen und schwellende Bewegungen zu sehen; zu andern Zeiten rauschen kleine Wellen an das Land heran und brechen sich in langen Reihen an der Küste; hie und da aber, wenn sich ein Sturm erhebt, können wir beobachten, wie das Wasser mächtige mit Schaumkämmen versehene Wogen bildet, welche schäumend und brausend heranrollen, um am Ufer zu zerschellen.

218. — Warten wir ein wenig länger, so finden wir, daß das Meer, mag es nun ruhig oder bewegt sein, nicht immer bis zu derselben Grenze am Ufer reicht. Zu einer Zeit des Tages geht der Saum des Wassers bis an den oberen Theil des aufsteigenden Ufers; ungefähr sechs Stunden später hat es sich zu dem niedrigeren Theile zurückgezogen. Dieses Steigen und Fallen können wir Tag für Tag, Jahr für Jahr so regelmäßig beobachten, daß die Be=

wegung schon lange vorhergesagt werden kann. Dieses Fallen und Steigen des Meeres nennt man Ebbe und Flut.

219. — Wenn wir eine leere Flasche zukorken und in das Meer werfen, so schwimmt sie natürlich. Sie bleibt aber nicht lange an derselben Stelle, sondern schwimmt weiter und wandert vielleicht eine lange Strecke, ehe sie auf irgend eine Küste geschleudert wird. Es ist nachgewiesen worden, daß Flaschen, welche weit draußen in den Ocean geworfen wurden, viele hundert Meilen fortschwammen. Diese Strömung auf der Oberfläche des Wassers stimmt gewöhnlich mit der Richtung des herrschenden Windes überein.

220. — Es bewegt sich aber das Wasser nicht nur an der Oberfläche. Wir haben einiges über die Eisberge gelernt (Abschn. 202), und müssen uns an eine wichtige Thatsache erinnern, nämlich, daß eine sieben Mal größere Masse unter dem Wasser ist, als darüber. Manchmal segelt nun ein Eisberg einem heftigen Wind gerade entgegen. Dies beweist, daß er sich nicht mit dem Wind, sondern mit einer Strömung in der Meerstiefe bewegt. Das Meer wird von Strömungen durchkreuzt; einige gehen aus kalten in warme Gegenden und andere aus warmen in kalte.

221. — Wir haben also vier Beobachtungen über die Bewegungen des Meeres gemacht: es hat erstens eine unruhige, durch Wellen unterbrochene Oberfläche; zweitens hebt und senkt es sich immer zu der Ebbe- und Flutzeit; drittens fließt das Wasser an der Oberfläche mit dem Wind, und viertens hat es Strömungen unter der Oberfläche.

222. — Vor der Hand genügt es, wenn wir uns über die erste Beobachtung — die Wellen des Meeres unterrichten.

223. — Auch hier können wir wieder durch wohlbekannte Gegenstände erläutern, was in großem Maße in der Natur vorgeht. Wenn wir einen Wassertrog anfüllen und an einer Seite auf das Wasser blasen, so kräuselt sich die Oberfläche in Wellen, welche von der Stelle ausgehen, wo unser Athem das Wasser trifft, und sich an der entgegengesetzten Seite des Troges brechen.

224. — Auf dieselbe Art, die wir im Kleinen darstellen, entstehen auch die Wellen des Meeres. Alle diese Störungen der Glätte des Meeres hängen von Störungen der Luft ab. Der Wind wirkt auf das Wasser des Meeres wie unser Athem auf das des Troges. Indem er die Oberfläche berührt, verursacht er das Entstehen von Wellen, und wenn er länger fortfährt zu blasen, so erhöht dies die Kraft, bis sich durch einen heftigen Sturm mächtige Wogen bilden.

225. — Wenn die Wellen dem Lande zu rollen, so bricht sich eine nach der andern an der Küste, so wie unsere Wellchen sich am Rande des Troges brechen. Und sie rollen weiter, wenn sich der Wind gelegt hat, wie auch die kleinen Wellen im Trog sich noch eine Weile kräuseln, nachdem wir aufgehört hatten zu blasen. Die Oberfläche des Meeres, wie überhaupt die des Wassers, ist sehr empfindlich. Wenn sie in Wellenbewegungen versetzt wird, so beruhigt sie sich nicht sogleich nachdem die Ursache der Störung beseitigt ist, sondern bewegt sich noch einige Zeit weiter, aber in geringerem Grade, bis sie endlich zur Ruhe kommt.

226. — Die Ruhelosigkeit der Oberfläche des Meeres wird auf diese Weise zum Widerschein der Ruhelosigkeit der Luft. Das unablässige Hin- und Herbewegen der Luftströme, gleichviel ob sie sanft oder heftig sind, versieht das Meer mit Wellen. Wenn die Luft einige Zeit ruhig ist, dann schläft das Meer friedlich; verdunkelt sich aber der Himmel

und erhebt sich ein Sturm, dann wird das Meer zu Wellen gepeitscht, welche mit ungeheurer Kraft dem Lande zurollen und sich dort brechen.

227. — Wir haben wohl schon von der Zerstörung gehört, welche die Wellen verursachen. Jedes Jahr werden Dämme und Mauern an Häfen zerrissen, Stücke von der Küste weggewaschen und die Ufer mit Schiffstrümmern übersäet; so daß außer all' der Verwüstung, welche die Oberfläche der Erde durch Regen, Frost und Ströme erleidet, noch eine andere Art der Zerstörung an der Meeresküste vor sich geht.

228. — An felsigen Küsten kann man oft die verschiedenen Stufen der Zerstörung sehr klar sehen. Ueber dem Ufer

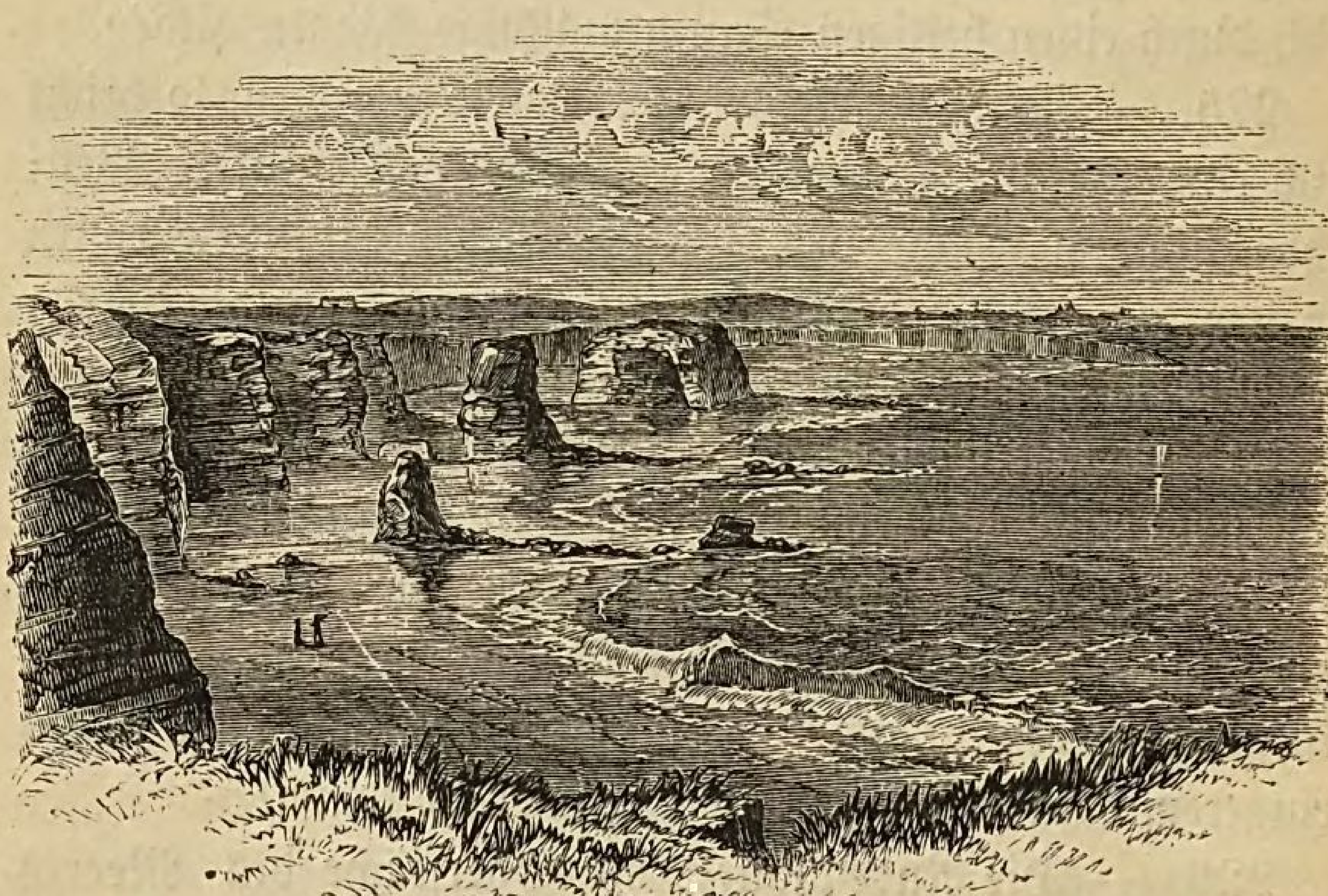


Fig. 17. — Ansicht einer durch das Meer zerstörten Küste.

erhebt sich vielleicht eine Klippe, deren Fuß durch das unablässige Reiben der Wellen ganz zertrümmert ist. Hie und da ist eine Höhle in den harten Fels gewaschen

oder ein vollständiger Durchgang durch ein Vorgebirge getrieben worden. Nicht weit davon können wir einen großen Pfeiler aus Stein bemerken, der einst einen Theil der Hauptklippe ausmachte, jetzt aber von derselben getrennt ist, weil der verbindende Bogen eingestürzt und fortgewaschen ist. Und noch weiter von der Klippe entfernt, erheben sich ganz vereinzelt niedrigere Felsen, Trümmer von noch älteren Pfeilern; während ganz weit im Meer das Geräusch der Brandung auf ein versunkenes Riff deutet, in welchem man die Ueberreste einer uralten Küste erkennt. An einer solchen Küste liegt der ganze Verlauf der Zerstörung des Landes durch das Meer klar vor Augen.

229. — Auf den kleinen Inseln der Nordsee, wo die Gesteine leicht zerstörbar sind, z. B. auf Helgoland und Sylt, dringt das Meer in jedem Jahre ungefähr zwei oder drei Fuß in das Land vor. Städte und Dörfer, welche vor einigen Jahrhunderten an der Küste von Holland bestanden, sind nach einander verschwunden, und ihre Plätze liegen jetzt weit unter dem ruhelosen Wasser der Nordsee. An der Westküste von Irland und Schottland, wo die Gesteine meistens hart und widerstandsfähig sind, ist die Verwüstung verhältnißmäßig gering.

230. — Es würde sich wohl der Mühe lohnen, wenn wir beim ersten Besuch einer Küste festzustellen versuchten, durch welche Mittel das Meer das Land verwüstet. Dies können wir leicht thun, wenn wir aufpassen, was an einer felsigen Küste vorgeht. Begeben wir uns an eine sandige oder kiesige Stelle des Ufers, wo sich die Wellen brechen, und beobachten wir, was beim Zurückrollen der Wellen geschieht. Alle Sandkörner und Kiesel rollen, wie wir sehen, mit dem Wasser den Abhang hinunter, und wenn die Kiesel grob sind, so entsteht durch ihr Aneinanderreiben ein lautes,

knirschendes Geräusch, ein Geräusch, welches oft so laut ist, daß man es meilenweit hört. Beim Heranrollen der nächsten Woge sehen wir, daß Sand und Kiesel ihren niedrigen Platz verlassen, von der vordringenden Welle erfaßt und das Ufer wieder hinaufgeschleudert werden, nur um wieder hinunter zu rollen, wenn die Woge zurückweicht um der nächsten Platz zu machen.

231. — Durch dieses fortwährende Auf- und Abbewegen des Wassers werden die Steine und Sandkörner wie in einer Mühle an einander gerieben. Sie nutzen sich demgemäß stark ab. Die Steine werden kleiner, bis sie in bloßen Sand übergehen, und der feiner werdende Sand wird hinaus in's Meer geschwemmt und auf dem Grunde abgelagert.

232. — Aber nicht nur die losen Bestandtheile der Küste leiden durch das unabläßige Abnutzen, sondern auch die unteren festen Gesteine werden längs der Oberfläche des Wassers in derselben Weise abgerieben. Wenn die Wellen an eine Klippe heranrauschen, so schleudern sie die losen Steine dagegen und zertrümmern die Felsen. Hie und da sammeln sich diese Steine an einer ruhigeren Stelle, z. B. in einer Spalte der Klippe, und wenn das Wasser hoch geht, so werden sie in Drehung erhalten, bis schließlich durch die fortwährende Reibung und das Anprallen am Fuße der Klippe eine Höhle in den Fels gebohrt worden ist, ungefähr in derselben Weise, in welcher, wie wir uns erinnern (Abschn.174), der Fluß Löcher in sein Bett bohrte. Die Steine werden durch diesen Vorgang natürlich zu Sand zerrieben, die Wellen schwemmen aber bald andere heran, um sie zu ersetzen. Wenn wir bei niedrigem Wasser eine dieser Höhlen betreten, so bemerken wir, daß die Seiten und die Decke

der Höhle geglättet, und die auf dem Boden liegenden Steine abgerundet und abgenutzt sind.

IV. Der Boden des Meeres.

233. — Der Meeresboden gleicht sehr der Oberfläche des Landes. Er hat Erhöhungen und Vertiefungen, Thäler und Berge. Wo das Wasser tief ist, können wir zwar nicht auf den Grund sehen, aber wir können eine lange Leine mit einem Gewicht am Ende hinunterlassen und dadurch sowohl herausfinden, wie tief das Wasser ist, als auch, ob der Grund aus Gestein oder Kiesel, Sand, Schlamm oder Muscheln besteht. Dieses Messen der Tiefe des Wassers nennt man sondiren, und das Gewicht am Ende der Leine führt den Namen Senkblei oder Loth.

234. — An vielen Stellen des Meeres hat man Sondirungen ausgeführt, so daß man jetzt manches über seinen Boden weiß, obgleich noch vieles zu erforschen bleibt. Den atlantischen Ocean kennt man am besten. Bei Legung des unterseeischen Telegraphenkabels zwischen England und Amerika erreichte man eine durchschnittliche Tiefe von 3300—3800 Meter (10,000—12,000 Fuß). Aber zwischen den Azoren und Bermudasinseln hat man eine Tiefe von 6750 Meter gefunden. Wenn wir den Mont-Blanc, welcher der höchste Berg in Europa ist, da er sich 4810 Meter über den Meeresspiegel erhebt, in den tiefsten Theil des atlantischen Oceans versenken könnten, so würde er nicht nur unsern Blicken entschwinden, sondern der Gipfel befände sich noch ungefähr 2000 Meter unter der Oberfläche des Wassers.

235. — Ein großer Theil des Meeres erreicht eine

Tiefe von 1000—2000 Meter. Es ist aber nicht überall so tief, denn selbst in der Mitte des Oceans erheben sich manche Theile des Bodens bis an die Oberfläche und bilden Inseln. In der Regel vertieft es sich am meisten in den Theilen, welche am weitesten vom Lande entfernt liegen und wird in der Nähe des Landes flacher. Daher sind die Theile des Meeres zwischen Inseln und Vorgebirgen meistens verhältnißmäßig seichter. Im Westen von Europa erstreckt sich der atlantische Ocean, zwischen Deutschland und England liegt die viel kleinere Nordsee; ersterer wird bald sehr tief, wenn wir westlich segeln, während die Nordsee selbst in ihrer Mitte keine große Tiefe erreicht, durchschnittlich 100—120 Meter. Auch die Meerenge von Dover ist verhältnißmäßig so seicht, daß wenn man das Straßburger Münster an der tiefsten Stelle hineinsenkte, mehr als die Hälfte des Thurmes über dem Wasser herausragen würde.

236. — Die Sondirungen sind verhältnißmäßig leicht auszuführen, dagegen ist es einleuchtend, daß es schwierig sein muß, sie viele Meilen lang fortzusetzen. Dennoch ist der Mensch im Stande, nicht nur die Tiefe des Wassers zu messen, sondern auch mit der sogenannten D r e d s c h e Eimer voll der verschiedensten Dinge, welche selbst auf den tiefsten Stellen des Meresbodens liegen, herauszubringen. Auf diese Weise sind in den letzten Jahren unsere Kenntnisse über die Beschaffenheit des Meeresbodens und der darauf lebenden Pflanzen und Thiere in beträchtlicher Weise erweitert worden. Wir wissen jetzt, daß selbst auf einigen der tiefsten Stellen eine Fülle von thierischem Leben vorkommt, Muscheln, Krebse, Korallen, Seesterne und noch niedrigere Geschöpfe.

237. — In den früheren Abschnitten dieses Buches haben wir die Veränderungen verfolgt, welche von Tag zu Tag auf der Oberfläche des Landes vorgehen. Jetzt wollen

wir versuchen, den Veränderungen auf dem Meeresboden nachzuspüren. Wir können allerdings den Meeresboden nicht annähernd mit derselben Genauigkeit untersuchen, wie die Oberfläche der Erde, dennoch kann man viel darauf Bezügliches lernen.

238. — Durch Zusammenstellung der Thatsachen, welche wir in den vorhergehenden Abschnitten behandelten, finden wir von selbst einige der wichtigsten Veränderungen, die auf dem Meeresboden vorgehen, heraus. Denken wir zunächst daran, was aus all' dem zerstörten Gesteine wird, welches alljährlich von der Oberfläche des Landes abgelöst wird. Es wird, wie wir gelernt haben, durch die Ströme dem Meere zugeführt. Was geschieht aber dort mit ihm? Von der Zeit an, wo es von den Abhängen der Berge, Hügel und Thäler gelockert wurde, hat diese zerstörte Masse, gleich dem Wasser, eine niedrigere Ebene zu finden gesucht. Wenn sie die Vertiefungen im Meeresboden erreicht hat, kann sie sich nicht weiter senken, sondern muß sich nothwendiger Weise dort ansammeln.

239. — Zwischen dem Meeresboden und der Oberfläche des Landes besteht also folgender große Unterschied: während das Land eine fortwährende Zerstörung seiner Oberfläche vom höchsten Bergesgipfel bis zur Küste des Meeres erleidet, empfängt der Meeresboden immer neue Bestandtheile. Der Meeresgrund nimmt zu, während die Oberfläche des Landes abnimmt. Wir können also, selbst ohne zu wissen, was man durch tiefe Sondirungen herausgefunden hat, fest behaupten, daß alljährlich große Massen von Kies, Sand und Schlamm auf dem Meeresboden abgelagert werden, weil wir sicher wissen, daß diese Bestandtheile vom Lande losgelöst werden.

240. — Ferner haben wir gelernt, daß die fortwährenden

Bewegungen des Meeres von den Bewegungen der Luft abhängen, und daß die durch das Meer bewirkten Zerstörungen des Landes hauptsächlich von den durch den Wind hervorgerufenen Wellen ausgeführt werden. Aber diese Thätigkeit kann nur ganz oberflächlich sein. Der Einfluß der Wellen kann nicht bis auf den Grund des Meeres reichen. Folglich liegt dieser Boden außer dem Bereich der verschiedenen Arten von Zerstörung, welche das Aussehen des Landes so verändern. Die Bestandtheile, welche von der Zerstörung des Landes herstammen, können auf dem Boden des Meeres liegen bleiben, ohne durch etwas anderes gestört zu werden, als durch das leise Fließen derjenigen Strömungen, welche den Boden berühren.

241. — Welche Verwendung finden denn aber Kies, Sand und Schlamm, wenn sie das Meer erreichen?

242. — Da alle diese Bestandtheile vom Land hergebracht werden, so sammeln sie sich an den das Land begrenzenden Theilen viel mehr an, als weiter draußen. Sand und Kiesbänke trifft man daher hauptsächlich im flachen Meer oder nahe am Lande an, aber nicht in der Mitte des Oceans.

243. — Wir können uns in kleinem Maße eine Vorstellung davon machen, wie die Bestandtheile auf dem Meeresboden geordnet sind, indem wir das Bett eines Flusses in einer trockenen Zeit beobachten. An einer Stelle, wo der Strom stark gewesen ist, wird wahrscheinlich eine Kiesbank sein; an einer andern, wo die Strömungen des Flusses zusammen gestoßen sind, haben sie vielleicht einen Sandrücken aufgehäuft, während an solchen Stellen wo die Strömung des Flusses sanfter war, das Bett mit einer Schicht von feinem Schlamm bedeckt ist. Wir entsinnen uns, daß ein schmutziger Fluß seinen Schlamm absetzen kann, wenn er sich beim Ueberschwemmen des flachen Lan=

des ausbreitet, wodurch seine Strömung vermindert wird. (Abschn. 178).

244. — Je mächtiger die Strömung des Wassers ist, desto größere Steine kann sie fortbewegen. Daher findet man nicht leicht groben Kies auf dem Meeresboden, sondern hauptsächlich nahe am Lande, wo die Wellen ihn in den Lauf starker Meeresströmungen spülen können. Sand wird weiter hinausgetragen und in großen Flächen oder Bänken gelagert. Der feinere Schlamm kann durch Strömungen viele hundert Meilen weit fortgetragen werden, bis er zuletzt auf den Meeresboden sinkt.

245. — Auf diese Weise wird der vom Lande losgelöste Kies, Sand und Schlamm, je nach der Stärke der Meeresströmungen, in großen Flächen und Bänken über den Meeresboden ausgebreitet.

246. — Das Meer ist voll Leben, es enthält sowohl Pflanzen als Thiere. Diese Organismen sterben und ihre Ueberbleibsel vermischen sich natürlich mit den verschiedenen Bestandtheilen, welche auf dem Meeresboden liegen. Es müssen also außer dem Sand und Schlamm noch große Mengen von Muscheln, Korallen und den härteren Theilen der Seethiere dort begraben sein, da Generation auf Generation entsteht und vergeht.

247. — An manchen Stellen des Meeresgrundes sind die Reste von einigen dieser Thiere so reichlich vorhanden, daß sie allein dicke und weitverbreitete Ablagerungen bilden. Austern wachsen z. B. dick zusammen und ihre Schalen bilden, mit denen von ähnlichen Geschöpfen vermischt, Muschelbänke. Im stillen und indischen Ocean scheiden kleine Thiere, die Korallenpolypen, ein hartes, kalkiges Gerippe aus dem Meerwasser aus. Da Millionen dieser Thierchen zusammenwachsen, so bilden sie große Riffe

aus festem Gestein, welche manchmal, wie das große Barrierriff von Australien, mehrere hundert Meter dick und zweihundert M.ilen lang sind. Durch das Wachsen dieser Thiere entstehen die wunderbaren Ringe von Korallengestein oder die Koralleninseln und Atolle (Abb. 18) mitten im Meere. Ein großer Theil des Bodens des atlantischen

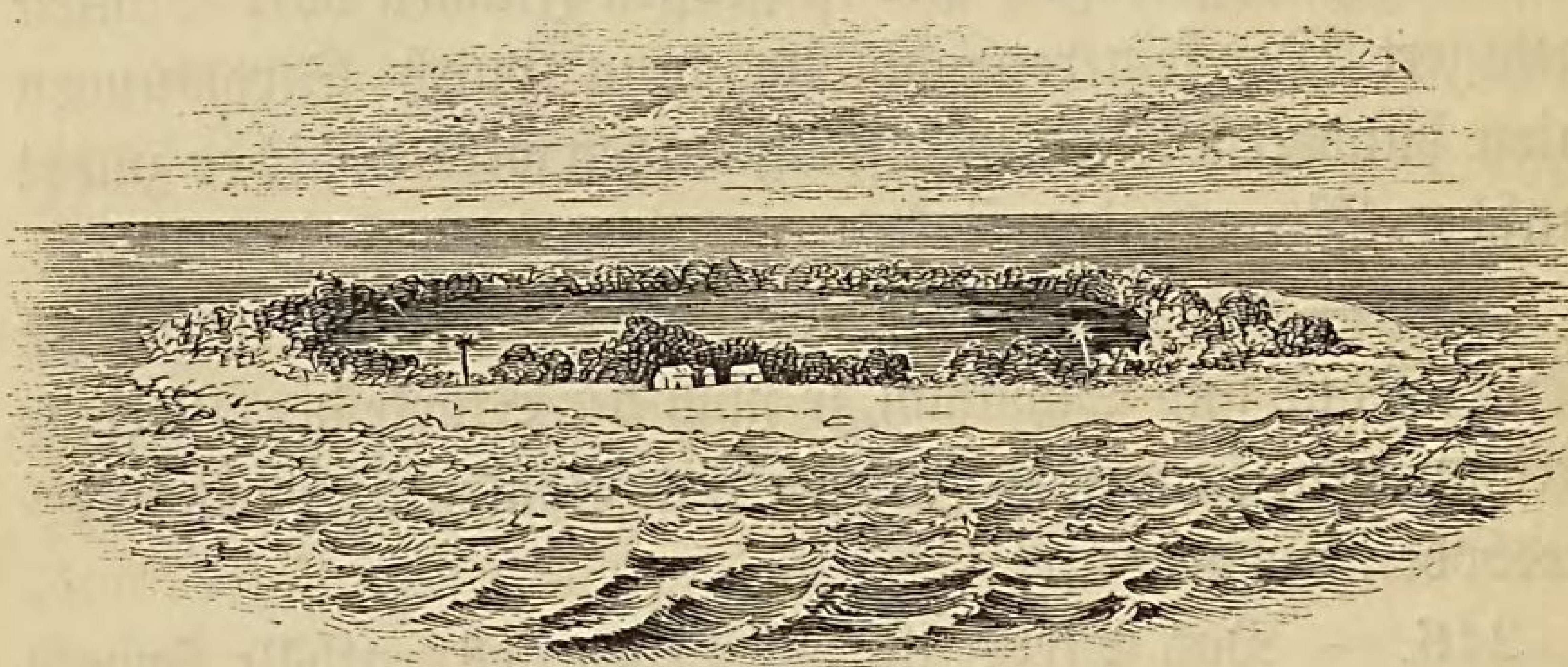


Fig. 18. — Ansicht einer durch den Bau der Korallenthiere gebildeten Insel.

Oceans ist mit feinem Schlamm bedeckt, welcher bei näherer Be:rachtung aus den Resten von winzigen Thierchen, Foraminiferen genannt, besteht.

248. — Auf dem Grunde des Meeres sammeln sich also immer große Sch:chten von Sand und Schlamm, vermischt mit Thier= und Pflanzenresten, an. Wenn nun dieser Boden über das Meer erhoben werden könnte, so würden wir, trotzdem der Sand und Schlamm so trocken und hart, wie festes Gestein in den Bergen geworden sein kann, doch mit Bestimmtheit sagen können, daß er einst unter dem Meere lag, weil wir Schalen und andere Reste von Seethieren darin finden würden.

249. — Aus unserem Elementarbuch der Geologie werden wir lernen, daß dieses Erheben des Meeresbodens in

alten Zeiten oft vor sich gegangen ist. Wir werden finden, daß viele Gesteine unserer Hügel und Thäler ursprünglich im Meer gelegen haben, wo sie aus Sand und Schlamm, der auf dem Meeresboden abgelagert wurde, entstanden sind, wie ja auch jetzt immer Sand und Schlamm in das Meer getragen und dort abgesetzt wird. Und nicht nur nahe an der Küste, sondern tief im Lande, in Steinbrüchen oder Schluchten, selbst auf den Abhängen und Gipfeln der Berge, sind wir im Stande, Gerippe und Bruchstücke von den verschiedenen Meerthieren zu finden, welche in den alten Meeren lebten.

250. — Da der Meeresboden das große Behältniß ist, in welches fortwährend die zerstörten Theile des Landes gebracht werden, ist es klar, daß wenn es in dieser Weise ohne ein Hinderniß oder eine Veränderung weiterginge, schließlich das ganze feste Land zerstört würde. Die Ueberreste würden auf dem Meeresboden ausgebreitet, und es bliebe auf der Welt nur ein einziger, unermeßlicher Ocean.

251. — Es gibt aber in der Natur noch eine andere Kraft, welche sich hier in's Mittel legt, um die Zerstörung der Erde aufzuhalten. Die letzten Abschnitte dieses Buches handeln von dieser Kraft und von der Art und Weise, wie sie sich äußert.

Das Innere der Erde.

252.— In den vorhergehenden Abschnitten untersuchten wir die Oberfläche der Erde und das, was darauf vorgeht. Jetzt wollen wir versuchen, etwas über das Innere der Erde zu lernen.

253. — Es mag zuerst ganz unmöglich scheinen, daß der Mensch irgend etwas über das Innere der Erde wissen

kann, wenn wir nur bedenken, was für ein mächtiger Ball unsere Erde ist, und daß wir im Verhältniß nicht anders darauf erscheinen, als ob Fliegen über einen großen Berg gingen. Alles, was man von dem Gipfel des höchsten Berges bis auf den Grund des tiefsten Schachtes sehen kann, ist im Verhältniß nicht mehr, als der Lack auf der Außenseite des Schulglobus. Und dennoch kann man eine ganze Menge über die Vorgänge im Innern der Erde kennen lernen. Es gibt nämlich in manchen Ländern Stellen, wo zwischen dem Innern und der Oberfläche der Erde eine Verbindung besteht, und von solchen Stellen stammen meistens unsere Kenntnisse über das Innere der Erde.

254. — Wir haben wohl schon von Vulkanen oder feuerspeienden Bergen (Abb. 19) gehört. Diese zählen zu den wichtigsten Verbindungskanälen mit dem Innern.

255. — Stellen wir uns vor, daß wir einen dieser Vulkane gerade vor einem „Ausbruch" besuchten. Beim Näherkommen sehen wir einen kegelförmigen Berg, dessen Spitze abgeschnitten zu sein scheint. Aus diesem abgestumpften Gipfel steigt eine weiße Rauchwolke auf. Die Wolke gleicht aber nicht denen, welche wir auf den Gipfeln unserer Berge sehen, denn wir bemerken, daß sie von der Spitze des Berges aufsteigt, selbst wenn sonst nirgends Wolken zu sehen sind. Von dem bebauten Fuße des Berges ausgehend, finden wir, daß die höheren Abhänge theils aus losen Steinen und Asche, theils aus rauhen, schwarzen Steinschichten, gleich den Schlacken aus einem Eisenschmelzofen, bestehen. Wenn wir dem Gipfel näher kommen, wird der Boden wärmer und hie und da strömen Rauchwölkchen und erstickende Dämpfe aus. Schließlich erreichen wir den Gipfel, und was uns eine Fläche zu sein schien, ist in Wirklich-

keit ein großes Becken, dessen steile Wände tief in den Berg hinunter reichen. Während wir unser Gesicht so gut wie möglich vor den heißen Gasen, welche uns fast ersticken, schützen, klettern wir bis zum Rande des Beckens und sehen hinein. Weit unten am Fuße der zerklüfteten, rothen und gelben Wände befindet sich eine flüssige, weißglühende Masse, theilweise überdeckt und umgeben von einer ähnlichen schwarzen Kruste wie wir sie beim Heraufsteigen an der Außenseite des Berges sahen. Von dieser feurigen Stelle werden hie und da Strahlen der glühenden, flüssigen Masse herausgestoßen, Steine und Asche werden in die Luft geschleudert und fallen wieder zurück. Dampfwolken steigen von derselben Stelle auf und bilden die große Wolke, welche man aus weiter Entfernung über dem Berg hängen sieht.

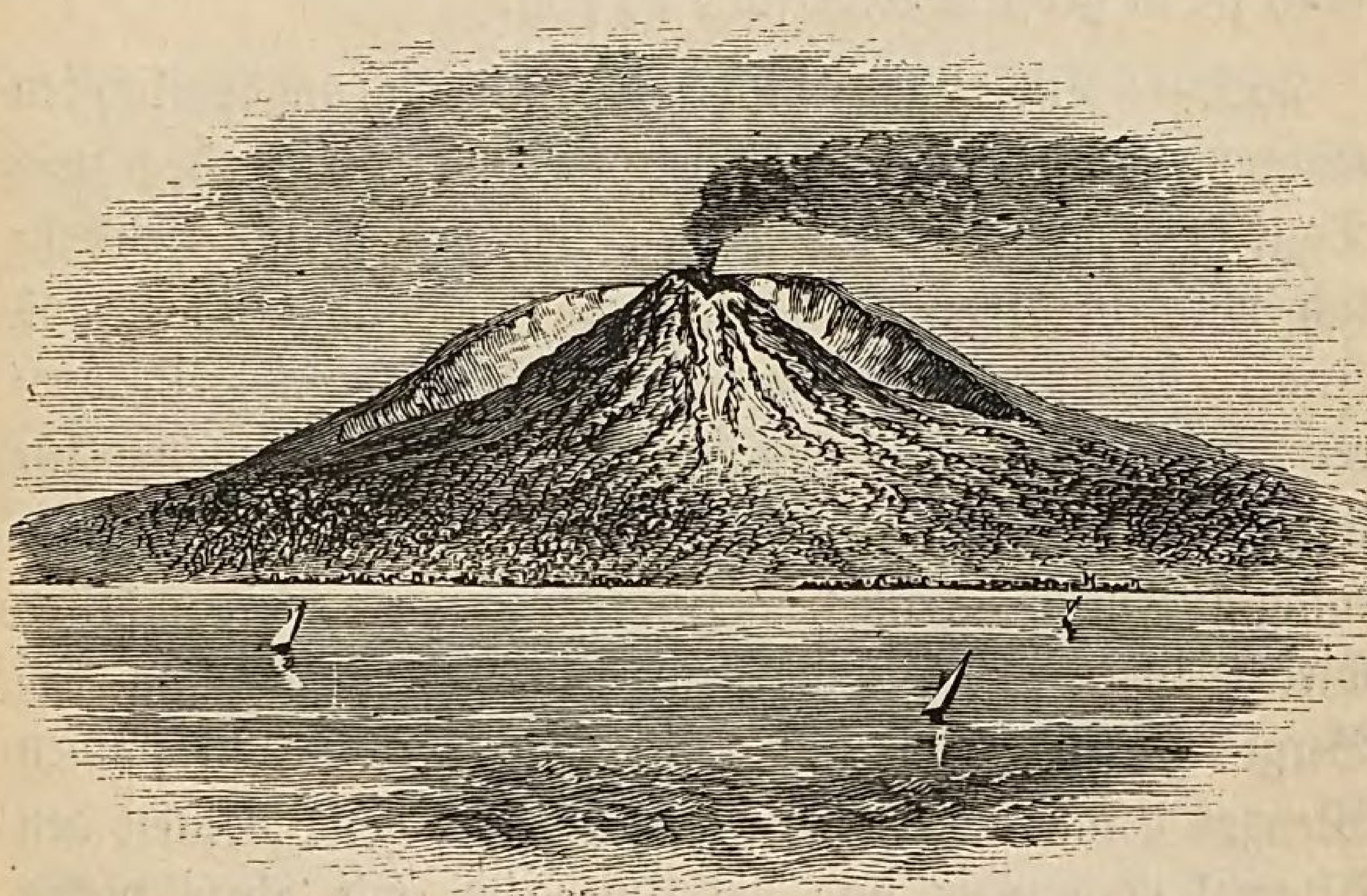


Fig. 19. — Ansicht eines feuerspeienden Berges oder Vulkans. Die jetzige Gestalt des Vesuvs, von Süden aus gesehen.

256. — Diese kesselförmige Höhlung auf dem Gipfel des Berges ist der Krater. Die weiß und roth glühende Flüs-

sigkeit auf dem brodelnden Grunde ist geschmolzenes Gestein oder Lava. Und die ausgeworfenen zerbröckelten Massen — Asche, Staub, Schlacken und Steine, sind Bestandtheile der Wände und des Bodens des Kraters, wo sie durch die Gewalt der Explosion, mit welcher das Gas und der Rauch entweicht, losgelöst werden.

257. — Die heiße Luft, der Rauch und die geschmolzene Masse auf dem Boden des Kraters beweisen, daß darunter irgend eine Quelle der größten Hitze sein muß. Und da sich die Hitze seit vielen hundert, ja tausend Jahren kundgibt, muß sie in großem Ueberfluß da sein.

258. — Diese unterirdische Hitze zeigt sich am deutlichsten während eines Ausbruches des Vulkanes. Ein oder zwei Tage vorher zittert der Boden um den Berg. Schließlich wird in einer Reihe von heftigen Ausbrüchen das Innere des Vulkans aufgerissen und vielleicht sein oberer Theil in die Luft geschleudert. Mächtige Rauchwolken steigen in die Luft, vermischt mit feinem Staub und rothglühenden Steinen. Die schwereren Steine fallen wieder in den Krater oder auf die äußeren Abhänge des Berges zurück, die feine Asche kommt jedoch in solchen Mengen heraus, daß sie manchmal auf viele Meilen den Himmel verdunkelt und die Umgegend mit einer dicken Schicht bedeckt. Ströme von weißglühender, geschmolzener Lava fließen an der Außenseite des Berges hinunter, oft sogar bis zu den Gärten und Häusern am Fuße, indem sie Alles, was in ihrem Wege liegt, verbrennt und begräbt. Dieser Zustand dauert Tage und Wochen lang bis der Vulkan sich erschöpft, und dann eine verhältnißmäßig ruhige Zeit kommt, wo nur Rauch, heiße Dämpfe und Gase ausströmen.

259. — Vor ungefähr 1800 Jahren war in der Nähe von Neapel ein wie ein Vulkan geformter Berg mit einem großen Krater, welcher mit Gesträuch bedeckt war (Abb. 20). Niemand hatte jemals Rauch, Asche oder Lava aus ihm aufsteigen sehen, und man glaubte nicht, daß er, wie einige andere Berge in diesem Theil von Europa, ein Vulkan sei. Die Menschen hatten an seinem Fuße Dörfer und Städte gebaut; durch Schönheit und mildes Klima gleich ausgezeichnet, wurde diese Gegend zum Lieblingsaufenthalt der wohlhabenden Römer, welche sich dort ihre Villen bauten.



Fig. 20. — Die Form des Vesuvs vor der Zerstörung von Pompeji.

Da wurde plötzlich, fast ohne vorhergegangene Anzeichen, der höhere Theil des Berges durch furchtbare Ausbrüche in die Luft geschleudert. Es fielen meilenweit in der Runde solche Aschenschauer, daß der Himmel so dunkel, wie um Mitternacht war.

Tag und Nacht fielen die Steine und Asche auf die benachbarte Gegend; viele der Bewohner wurden entweder durch auf sie fallende Steine erschlagen oder erstickten in

Staub. Als endlich der Ausbruch aufhörte, war die Gegend, welche früher Besucher aus allen Weltgegenden angezogen hatte, nur eine graue Staub- und Steinwüste. Dörfer und Städte, Weinberge und Gärten waren begraben. Die beiden bemerkenswerthesten Städte hießen Herculanum und Pompeji. Sie verschwanden so vollständig, daß man sogar, obwohl sie damals wichtige Städte waren, die Stelle vergessen hatte, wo sie einst gestanden und nur durch Zufall wurden sie nach ungefähr 1500 Jahren wieder entdeckt. Seitdem hat man umfassende Ausgrabungen gemacht, die erhärteten vulkanischen Ansammlungen wurden von der alten Stadt weggeräumt, und jetzt können wir wieder durch die Straßen von Pompeji mit ihren Häusern ohne Dächer, Läden, Theatern und Tempeln wandern und in dem Straßenpflaster die tiefen Geleise sehen, welche durch die Wagenräder der Pompejaner vor 1800 Jahren entstanden sind. Hinter den Mauern der jetzt so stillen Stadt erhebt sich der Vesuv, mit seinem rauchenden Krater nur noch die Hälfte des alten Berges welcher in die Luft flog, als Pompeji verschwand. (Siehe Abb. 19.)

260. — Die Vulkane bezeichnen also die Lage der Oeffnungen oder Mündungen, durch welche warme und glühende Stoffe aus dem Innern der Erde auf die Oberfläche geschleudert werden. Sie kommen in allen Gegenden der Welt vor. In Europa gibt es außer dem Vesuv, welcher seit seinem Bestehen mehr oder weniger thätig war, im Mittelmeer noch den Aetna, Stromboli und andere kleinere Vulkane, während weit nordwestlich sich zwischen dem Schnee und den Gletschern Islands einige thätige Vulkane erheben. In Amerika erstreckt sich eine Reihe mächtiger Vulkane über die Gebirgskette welche sich an der westlichen Küste erhebt. In Asien finden sich auf Java und einigen benachbar-

ten Inseln dichte Gruppen, und dieselben erstrecken sich von dort durch Japan und die aleutischen Inseln bis zur Spitze von Nordamerika. Ein Blick auf die Landkarte zeigt, daß der stille Ocean theilweise ganz mit Vulkanen übersät ist.

261. — Die große Menge dieser Oeffnungen auf der Erdrinde berechtigt uns zu der Annahme, daß das Erdinnere außerordentlich heiß sein muß. Es gibt aber noch andere Beweise von dieser inneren Hitze. In manchen Gegenden kommen heiße Quellen an die Oberfläche.

Es ist auch bekannt, daß in allen Ländern die Hitze zunimmt, je tiefer man in die Erde hinunterkommt. Je tiefer ein Schacht ist, desto wärmer sind die Gesteine und die Luft auf dem Boden. Wenn die Hitze in demselben Grade zunimmt, so müssen die Gesteine verhältnißmäßig nahe unter der Oberfläche rothglühend sein.

262. — Die innere Hitze der Erde wirkt aber nicht nur durch Vulkane und heiße Quellen auf die Oberfläche. Der feste Boden zittert manchmal, oder er wird auseinander gerissen, oder gehoben, oder er senkt sich. Wir haben wohl schon von Erdbeben gehört oder gelesen: diesen Erschütterungen des Bodens, welche, wenn sie sehr heftig sind, den Boden spalten, Bäume und Gebäude umstürzen und hunderte, ja tausende von Menschen in den Ruinen begraben. Die Erdbeben sind in solchen Gegenden, wo es thätige Vulkane gibt, am häufigsten. Sie finden meistens kurz vor einem vulkanischen Ausbruch statt.

263. — Manche Theile des Bodens erheben sich langsam aus dem Meere; Felsen, welche immer zur Zeit der Flut bedeckt waren, werden allmälig nicht mehr von der Flut erreicht, während andere, welche nie zu sehen waren, nach und nach ihre Häupter aus dem Wasser erheben. Manche Theile hingegen sinken langsam, Pfeiler, Dämme

und andere Wahrzeichen des Ufers werden allmälig vom Wasser bedeckt, welches an vielen Stellen mehr und mehr vom Lande verschlingt. Diese Bewegungen, mögen sie nun ab= oder aufwärts gehen, hängen auch mit der inneren Hitze zusammen.

264. — Bei einigem Nachdenken über diese verschiedenen Veränderungen erkennen wir, daß durch die Wirksamkeit dieser inneren Hitze das Land auf der Oberfläche der Erde erhalten wird. Wenn Regen und Frost, Flüsse, Gletscher und das Meer fortwährend die Oberfläche der Erde zerstörten, ohne daß es eine entgegenwirkende Thätigkeit gäbe, so müßte das Land schließlich verschwinden, ja es wäre schon seit langer Zeit verschwunden. Nun aber ist es eine Folge der Bewegungen der heißen Masse im Erdinnern, daß sowohl Strecken des Festlandes erhöht, als Theile des Meeresgrundes in Festland verwandelt werden.

265. — Diese Art von Erhebung ist in allen Ländern der Welt vorgekommen. Wie schon erwähnt wurde (Abschn. 249), bestehen die meisten unserer Hügel und Thäler aus Gesteinen, welche ursprünglich auf dem Meeresboden lagen und in der Folge zu Land erhoben wurden.

Schluß.

266. — Fassen wir zum Schluß die Hauptlehren der vorhergehenden Abschnitte zusammen.

267. — Unsere Erde ist der Schauplatz fortwährender Bewegung und Veränderung. Die Atmosphäre, welche sie umgibt, ist unaufhörlich in Bewegung, indem sie Wärme, Licht und Dampf verbreitet. Aus dem Meere und aus den Gewässern der Erde geht immer Dampf in die Luft über, aus welcher er, nachdem er zu Wolken, Regen und Schnee

verdichtet worden ist, wieder auf die Erde herabsteigt. Auf der ganzen Oberfläche der Erde strömt das vom Himmel herabfallende Wasser in Bächen und Flüssen dem Meere zu und trägt die vom Lande losgelösten Theile in die große Tiefe. So ist das Wasser in immerwährendem Kreislauf zwischen der Luft, dem Lande und dem Meere. Auch das Meer ist nie ruhig. Seine Wellen nagen an den Grenzen des Landes und seine Strömungen fließen um die Erde. In seine Tiefen werden die Trümmer der Erde getragen, um sich dort zu Gesteinen anzusammeln, aus welchen möglicher Weise neues Festland und Inseln entstehen. Endlich befindet sich im Innern der Erde ein unermeßlicher Vorrath von Hitze, durch welche die Oberfläche erschüttert, gespalten, gehoben oder gesenkt wird. Während altes Land unter das Meer versinkt, erheben sich neue Theile, um mit Pflanzen bekleidet, von Thieren bevölkert zu werden und so eine geeignete Wohnstätte für den Menschen zu bilden.

268. — Diese Welt ist kein lebendes Wesen, gleich einer Pflanze oder einem Thiere, und dennoch müssen wir jetzt einsehen, daß man sie in gewissem Sinne als ein solches betrachten kann. Der Kreislauf der Luft und des Wassers, der Austausch und Wechsel von Meer und Land, kurz, das System endloser, ununterbrochener Bewegung, durch welche die Oberfläche der Erde Tag für Tag verändert und erneut wird, kann wohl das Leben der Erde genannt werden.

Fragen und Aufgaben.

Die Gestalt der Erde. (S. 8.)

1. Was ist unser erster Eindruck von der Gestalt der Erde?

2. Wie können wir mitten in einer flachen Gegend zeigen, daß die scheinbare Ebene in Wirklichkeit ein Theil der Oberfläche einer Kugel ist?

3. Beweise dieselbe Thatsache aus dem, was wir an einer Meeresküste wahrnehmen können.

4. Wie ist die Gestalt der Erde durch die Weltumsegler geprüft worden?

5. Zeige, daß die geringe Rundung die Größe der Erdkugel erweist.

6. Wie lange Zeit würde ein Eisenbahnzug, der 7 deutsche Meilen in der Stunde zurücklegt, zur Umfahrung der Erde brauchen?

Tag und Nacht. (S. 13.)

1. Woher empfängt die Erdoberfläche Wärme und Licht?

2. Was war die frühere Vorstellung über die Stellungen der Erde, der Sonne, des Mondes und der Sterne zu einander?

3. Finden sich noch irgend welche Spuren dieser alten Vorstellung in unserer Verkehrssprache?

4. Was ist das wirkliche Verhältniß der Sonne zur Erde?

5. Die Aufeinanderfolge von Tag und Nacht kommt anscheinend von der Bewegung der Sonne am Himmel her. Zeige an einem Beispiel, daß Tag und Nacht durch die Bewegung der Erde verursacht wird.

6. Was versteht man unter den Ausdrücken: Drehungsachse, Nordpol und Südpol?

7. In welcher Richtung dreht sich die Erde um sich selbst? Wie zeigt sich diese Drehung bei Tag und bei Nacht?

8. Was versteht man unter dem Kreislauf der Erde in ihrer Bahn?

9. In welcher Zeit legt die Erde diese Bahn zurück?

10. Zeige, wie die Bewegungen der Erde unsere Zeiteintheilung bestimmen.

Die Luft.

I. Aus was die Luft besteht. (S. 16.)

1. Was versteht man unter dem Ausdruck Atmosphäre?

2. Aus welchen Bestandtheilen ist die Luft hauptsächlich zusammengesetzt?

3. Nenne außer den beiden hauptsächlichen Gasen noch andere Bestandtheile der Luft.

4. Wie kann das Vorhandensein von sichtbaren Stoffen in der Luft erwiesen werden?

5. Was ist Wasserdampf? (Vergl. Abschn. 73.) Zeige an einem bekannten Beispiel, wie der Wasserdampf unsichtbar in der Luft aufgelöst werden kann. (Vergl. Abschn. 71.)

6. In welchem Verhältniß kommt Kohlensäuregas in der Luft vor?

7. Zeige, wie wichtig dieser Stoff für das Wachsthum der Pflanzen und Thiere ist.

II. Die Wärme und Kälte der Luft. (S. 18.)

1. Auf welche Weise nehmen wir wahr, daß uns Luft umgibt?

2. Warum friert es uns, wenn wir im Winter aus einem warmen Zimmer in's Freie gehen?

3. Die Sonne strahlt fortwährend Wärme auf die Erde aus. Warum besteht dennoch ein Wechsel von Wärme und Kälte in der Luft?

4. Läßt die Atmosphäre die ganze Sonnenwärme bis zur Erdoberfläche dringen?

5. Warum ist die Sonnenwärme Morgens und Abends weniger fühlbar als am Mittag?

6. Warum ist es in der Nacht kälter als am Tage?

7. Warum ist es im Sommer wärmer als im Winter?

8. Wie kommt es, daß es an bewölkten Tagen nicht immer oder nothwendigerweise kalt ist?

9. Da die Luft nur einen Theil der Sonnenwärme aufnimmt, welche durch sie an die Erdoberfläche dringt, so ist die Frage zu beantworten: Wodurch wird die Luft hauptsächlich erwärmt und abgekühlt? (Vergl. Abschn. 64.)

10. Was verhindert allzugroßen Verlust der zur Nachtzeit ausstrahlenden Wärme?

11. Warum sind die Nächte in warmen Gegenden oft so kalt?

12. Warum ist es in bewölkten Nächten gewöhnlich wärmer als in sternenhellen?

III. Was geschieht wenn die Luft erwärmt oder abgekühlt wird? Wind. (S. 23.)

1. Ist warme Luft schwerer als kalte oder umgekehrt? Und warum?

2. Was ist die allgemeine Wirkung der durch den Unterschied der Dichtigkeit hervorgerufenen Bewegung der Luft?

3. Beweise diese Thatsache mit einem rothglühenden Schürhaken oder an einem Heerde.

4. Auf welche Weise entsteht Wind infolge der ungleichen Erwärmung der Erdoberfläche?

5. Erkläre das Wesen und die Entstehung der Land- und Seewinde.

6. Welches ist der heißeste Theil der Erdoberfläche? Und warum?

7. Erkläre das Wesen und die Entstehung der Passatwinde.

8. Auf welche Weise verursacht der Wasserdampf Bewegungen in der Luft?

IV. Der Dampf in der Luft. Verdunstung und Verdichtung. (S. 27.)

1. Erkläre, warum an einem kalten Glas, sobald es in ein warmes Zimmer gebracht wird, eine feine Nebelschicht entsteht.

2. Wie wechselt die Fähigkeit der Luft, Wasserdämpfe aufzunehmen, je nach der Temperatur?

3. Warum erscheint ein Nebelhäutchen auf einem Spiegel oder einer anderen kalten Oberfläche, wenn sie angehaucht wird und wie erklärt es sich, daß in kaltem Wetter unserm Munde bei jedem Hauche ein Wölkchen entströmt?

4. Was versteht man unter Thaupunkt.

5. Wie gelangt der Wasserdampf in die Luft?

6. Zu welchen Zeiten ist die Verdampfung am stärksten und zu welchen am schwächsten?

7. Erkläre die Ursache der Kälte, welche wir empfinden, wenn ein Wassertropfen auf dem Rücken unserer Hand verdunstet.

V. Thau. Nebel. Wolken. (S. 31.)

1. Nenne einige Beispiele der Verdichtung des Dampfes.

2. Erkläre die Bildung des Thaus.

3. Erkläre, wie sich Nebel an Be gesgipfeln bilden.

4. Erkläre den Ursprung des Nebels, den wir oft nach Sonnenuntergang von der Oberfläche der Flüsse aufsteigen sehen.

5. Erkläre die Bildung der Wolken.

VI. Woher Regen und Schnee kommen. (S. 35.)

1. Auf welche Weise verschwinden die Wolken vom Himmel?

2. Erkläre die Bildung und das Herabfallen des Regens auf die Erde.

3. Unter welchen verschiedenen Formen zeigt sich das Wasser?

4. Was ist Eis und wann bildet es sich?

5. Was ist Schnee? Beschreibe eine Schneeflocke.

6. Was ist Hagel? Was sind Graupeln?

7. Beschreibe den Kreislauf des Wassers zwischen der Luft und der Erde.

Der Kreislauf des Wassers auf der Erde.

I. Was geschieht mit dem Regen?

1. Warum werden die Meere, Seen und Flüsse nicht merklich kleiner, da sie doch so viel Wasser durch Verdunstung verlieren?

2. Welche Rolle spielt das Meer bei der Versorgung der Luft mit Feuchtigkeit?

3. Was wird aus demjenigen Theil des Regens, welcher in das Meer fällt?

4. Wie viel Regenwasser fällt ungefähr alljährlich auf Deutschland herab?

5. Was geschieht mit dem Regen, welcher auf das Festland fällt? (Vergl. Abschn. 106.)

6. Wie kann gezeigt werden, daß eine beträchtliche Menge Regenwasser in den Boden sickert und daß trotzdem diese Masse nicht für immer dem Kreislauf entzogen ist?

II. **Wie Quellen entstehen.** (S. 42.)

1. Wie unterscheiden sich Sand und Lehm bezüglich der Eigenschaft, das Wasser durchsickern zu lassen?

2. Welchen Einfluß übt diese Verschiedenheit auf die Bodenbeschaffenheit aus?

3. Welcher Schluß kann bezüglich der Bewegung des unterirdischen Wassers aus der Thatsache gezogen werden, daß sich Wasser in jedem in die Erde gegrabenen tiefen Loch oder Bergwerk ansammelt?

4. Welche natürlichen Kanäle bestehen selbst in sehr hartem Gestein für den Durchfluß des Wassers?

5. Erkläre das Vorkommen der sumpfigen Stellen in hügeligen Gegenden.

6. Was sind Quellen?

7. Erkläre, warum Quellen zwischen zwei Gesteinslagen an den Seiten eines Thales entspringen.

8. Erkläre den Ursprung von tiefen Quellen.

9. Wie zeigt sich der unterirdische Lauf des Wassers an Brunnen, Bergwerken und Schachten?

III. **Die Arbeit des unterirdischen Wassers.** (S. 47.)

1. Enthält das Quellwasser noch andere Bestandtheile außer dem Wasser? Wie kann dieß erwiesen werden?

2. Welche einfachen Lösungen beweisen, daß klares durchsichtiges Wasser eine große Menge fremder Bestandtheile enthalten kann, die unsichtbar sind?

3. Woher müssen die Stoffe stammen, welche sich im Quellwasser aufgelöst vorfinden?

4. Welche Rolle spielt der Regen bei der Reinigung der Luft?

5. Woher bekommt das Regenwasser die Kohlensäure, die es mit sich in die Erde nimmt?

6. Welche Wirkung übt das Wasser, welches Kohlensäure enthält, auf viele Gesteine aus?

7. Erkläre diese Thätigkeit des Wassers in Kalksteingegenden.

8. Was ist der Unterschied zwischen hartem und weichem Wasser?

9. Sind die durch das Quellwasser zur Oberfläche beförderten Stoffe von irgend welchem Nutzen für das Wachsthum der Pflanzen und Thiere?

10. Wie entstehen unterirdische Gänge und Höhlen?

IV. Wie die Oberfläche der Erde verwittert. (S. 50.)

1. Welche Veränderung geht gewöhnlich an Mauerwerk vor sich, welches längere Zeit der Luft ausgesetzt war?

2. Zeige, daß eine ähnliche Veränderung auch anderswo als an Werken von Menschenhand wahrgenommen werden kann.

3. Erkläre den Antheil, welchen die Kohlensäure an dem Verwittern der Gesteine auf der Erdoberfläche hat.

4. Erkläre die Wirkung des im Regenwasser enthaltenen Sauerstoffes auf Eisen und viele Gesteine.

5. Erkläre, auf welche Weise der Frost das Zersetzen des Bodens und das Absplittern der Gesteine befördert.

6. Was ist die Wirkung des schnellen Wechsels von Wärme und Kälte auf die Gesteine?

7. Lege die allgemeine Folge dieser zerstörenden Einflüsse auf die Erdeoberfläche dar; zeige daß ihre Wirkung eine wohlthätige ist, indem sie die Erde zu einem geeigneten Wohnort für Pflanzen und Thiere machen.

V. Was geschieht mit den abgebröckelten Theilen der Gesteine? Wie entsteht der Erdboden? (S. 57.)

1. Aus was besteht die gewöhnliche Gartenerde?

2. Was versteht man unter der chemischen Thätigkeit des Regens?

3. Erkläre die mechanische Thätigkeit des Regens.

4. Schildere den Vorgang durch welchen der Boden entsteht?

5. Erkläre, wie der Boden beständig erneuert wird.

6. Zeige, in welcher Weise die Pflanzen zur Bildung des Bodens beitragen.

7. Welche Rolle spielen die gewöhnlichen Erdwürmer bei diesem Vorgang?

8. In welchem Sinne kann behauptet werden, daß die allgemeine Oberfläche eines Landes sich fortwährend dem Meere zu bewegt?

9. Wie veranschaulichen Bäche und Flüsse den Umfang der Zersetzung der Erdoberfläche?

VI. Bäche und Flüsse. Ihre Entstehung. (S. 61.)

1. Beschreibe die Bildung von kleinen Rinnen auf einer abfallenden Landstraße nach einem heftigen Regenguß.

2. Warum fließen die Flüsse?

3. Was sind Seen?

4. Warum läuft der Regen von der Erdoberfläche eines Landes in Rinnen, Bächen und Flüssen ab?

5. Auf welche Weise verschwinden die zahllosen Bäche der höheren Gegenden bei ihrem Abfluß in die tiefer liegenden?

6. Was versteht man unter Wasserscheide?

7. Warum fließen die Flüsse selbst bei trockenem Wetter?

8. Warum steigen solche Ströme, wie der Rhein, gerade im Sommer?

9. Was wird aus dem Ueberschuß von Wasser, welches vom Lande abfließt?

VII. **Bäche und Flüsse. Ihre Arbeit.** (S. 67.)

1. Gib ein Beispiel von der ungeheuren Menge unsichtbarer chemisch aufgelöster Stoffe, welche durch einen Strom in das Meer getragen werden können.

2. Warum ist ein Strom während längerer Regengüsse schmutzig?

3. Was ist der Ursprung der Kiesel und Steinblöcke in einem Flußbett? Und warum sind diese Steine gewöhnlich abgerundet?

4. Was sind Topfhöhlungen?

5. Wie sind die Thalschluchten entstanden?

6. Beschreibe ein Flußbett bei niedrigem Wasserstand.

7. Erkläre den Ursprung der flachen Terrassen an den Ufern eines Flusses.

8. Beschreibe ein Delta und erkläre, wie es sich an einer Flußmündung in einem See oder dem Meere bildet.

9. Was wird aus dem Sand und Schlamm, welcher über das Delta hinaus geschwemmt wird?

VII. **Schneefelder und Gletscher.** (S. 74.)

1. Was versteht man unter Schneelinie?

2. Wie hoch ist sie am Aequator und in den Polargegenden?

3. Warum ist der Schnee jenseits der Schneelinie „ewig"?

4. Auf welche Weise verschwindet der Schnee unterhalb der Schneelinie?

5. In welcher Beziehung kann das plötzliche Schmelzen des Schnees sehr zerstörend wirken?

6. Was wird aus der Masse des Schnees, welche sich jenseits der Schneelinie ansammelt?

7. Beschreibe die Bildung eines Gletschers.

8. Was wird aus einem Gletscher, der allmälig im Thale vorrückt?

9. Was sind Moränen?

10. Wie gelangen Steine und Erde unter das Eis eines Gletschers?

11. Welchen Gebrauch macht der Gletscher von diesen Steinen und Theilen von Erde und Sand?

12. Warum ist der Strom, welcher am Ende eines Gletschers entspringt, schlammig

13. Wo existiren die größten Gletscher?

14. Erkläre die Entstehung der Eisberge.

15. Was für Beweise haben wir für das Vorhandensein von Gletschern in Ländern, wie z. B. Norddeutschland, wo sie jetzt nicht mehr existiren?

Das Meer.

I. Gruppirung des Meeres und Landes. (S. 85.)

1. Wie verhält sich der Umfang des Landes zu dem des Wassers auf der Erdoberfläche?

2. Erwähne den Hauptunterschied, welcher in der Vertheilung von Meer und Land auf der Erde besteht.

3. Auf welcher Seite des Aequators liegt das meiste Land?

4. Welcher Theil der Erdoberfläche liegt im Mittelpunkt der Landhalbkugel?

5. Was bezeichnet man unter Festland? Was sind Inseln?

6. Was sind Oceane?

II. Warum ist das Meer salzig? (S. 87.)

1. Wodurch unterscheidet sich das Meerwasser von dem Wasser der Quellen und Flüsse?

2. Was findet statt, wenn man einen Tropfen Meerwasser auf einem Stück Glas verdunsten läßt?

3. Woher stammen die mineralischen Bestandtheile im Meerwasser?

4. Wie verhält sich der Salzgehalt des Atlantischen Oceans zu dem des Todten Meeres?

III. Die Bewegungen des Meeres. (S. 89.)

1. Was ist die gewöhnlichste und am leichtesten erklärbare Form der Bewegungen des Meeres?

2. Auf welche Weise äußert sich Ebbe und Flut an einem sanft aufsteigenden Strande?

3. Wodurch wird oft das Vorhandensein von Strömungen auf der Oberfläche des Meeres erwiesen?

4. Wodurch wird oft das Vorhandensein von unterirdischen Strömungen im Meere erwiesen?

5. Wie können wir in einem Wassertrog die Bildung der Wellen veranschaulichen?

6. Was ist der Zusammenhang zwischen den Bewegungen der Luft und den Wellen des Meeres?

7. Welchen allgemeinen Einfluß üben die Wellen auf die Küsten aus?

8. Erkläre den Vorgang durch welchen Kieselsteine und Sand am Meeresstrande klein gerieben werden.

9. Auf welche Weise zerstören die Wellen allmälig eine felsige Küste?

IV. Der Boden des Meeres. (S. 95.)

1. Was ist der allgemeine Charakter des Meeresbodens im Vergleich mit der Oberfläche des Landes?

2. Auf welche Weise erlangen wir unsere Kenntniß von dem tiefen Meeresgrund?

3. Wie tief hat sich der Atlantische Ocean erwiesen, als Sondirungen für das Telegraphenkabel zwischen England und Amerika gemacht wurden?

4. Welches ist die größte Tiefe, die bis jetzt im Atlantischen Ocean gefunden wurde, und wo ist sie?

5. Wie tief ist durchschnittlich der größte Theil des Meeres?

6. Welches sind im Allgemeinen die tiefsten und welches die seichtesten Stellen des Meeres?

7. Wie tief sind die tieferen Theile der Nordsee?

8. Wie tief würde das Straßburger Münster versinken, wenn man es in die Meerenge von Dover mitten hinein stellen würde?

9. Was ist eine Dredsche und zu welchem Zweck gebraucht man sie?

10. Welche Kenntnisse haben wir vermittelst der Dredsche über die lebenden Wesen auf dem tiefen Meeresgrund erlangt?

11. Nenne den Hauptunterschied zwischen der zerfallenden Oberfläche des Landes (Abschn. 123—142) und dem Meeresboden.

12. Auf welchen Theil des Meeres beschränkt sich die zerstörende Thätigkeit der Wellen?

13. Was geschieht mit Schlamm, Erde, Sand und Kies, welche von der zerfallenden Oberfläche des Landes in's Meer gelangen?

14. Was wird aus den Ueberresten der Muscheln, Korallen und anderer Thiere auf dem Meeresboden.

15. Was sind Muschelbänke?

16. Was sind Korallenriffe und Koralleninseln, und wie entstehen sie?

17. Woraus besteht der Schlamm, der einen großen Theil des Atlantischen Oceans bedeckt?

18. Wie können wir beweisen, daß gewisse Gesteine einst auf dem Meeresboden lagerten?

Das Innere der Erde. (S. 101.)

1. Wie verhält sich die Entfernung vom Gipfel des höchsten Berges bis auf den Grund des tiefsten Schachtes zum Durchmesser der Erde?

2. Was ist ein Vulkan?

3. Welche verschiedene Stoffe werden durch einen Vulkan ausgespieen?

4. Welchen Schluß erlauben uns diese Stoffe auf die Beschaffenheit des Erdinnern zu ziehen?

5. Beschreibe einen vulkanischen Ausbruch.

6. Erzähle die Geschichte des Berges Vesuv.

7. Nenne noch einige andere Vulkane in Europa, Asien und Amerika, und gib deren Lage an.

8. Welchen Schluß erlauben uns die heißen Quellen auf den Zustand des Erdinnern zu ziehen?

9. Was hat man beim Eindringen in die Erde hinsichtlich der Temperatur beobachtet, und welcher Schluß wird daraus gezogen?

10. Was sind Erdbeben? Wo ereignen sie sich am häufigsten?

11. Erwähne einige Thatsachen, die beweisen, daß verschiedene Theile der Erdoberfläche sich langsam senken und andere sich heben.

12. In wie fern ist die Thätigkeit der Hitze im Erdinnern geeignet, der allgemeinen Verflachung des Festlandes, welche durch die zerstörende Thätigkeit der Luft, des Regens, des Frostes, der Ströme, der Gletscher und des Meeres verursacht wird, entgegenzuwirken?

13. Unter welchen Umständen entstanden die meisten unserer Berge und Thäler?